

**RANCANGAN PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG DENGAN
METODE *CLASS BASED STORAGE* DAN *PALLET RACKING SYSTEM***

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



YONAS ADRIANTO PUTRA

NIM. 145060701111009

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancangan Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Metode *Class Based Storage* dan *Pallet Racking System*”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa. yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Orang tua terkasih, Bapak Dwiono Hari Santoso dan Ibu Susie Retnowati yang telah memberikan doa serta dukungannya tanpa henti sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi, serta saudara tersayang Yoga Pradana Putra dan Yano Adrianto Putra yang selalu memberikan semangat, canda tawa, kasih sayang serta dukungan yang tiada henti untuk penulis.
3. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
4. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
5. Ibu Agustina Eunike, ST., MT., M.BA. sebagai Dosen Pembimbing atas kesediaannya dalam meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan masukan dan saran, serta arahan yang sangat berharga bagi penulis selama masa pengerjaan skripsi.
6. Bapak Angga Akbar Fanani, ST., MT., sebagai Dosen Pembimbing Akademik atas masukan, bimbingan, serta arahan selama masa studi penulis di Jurusan Teknik Industri.
7. Bapak dan Ibu Dosen, serta karyawan Jurusan Teknik Industri yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.
8. Seluruh angkatan 2014 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerjasama selama ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Harapannya tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Desember 2018

Penulis



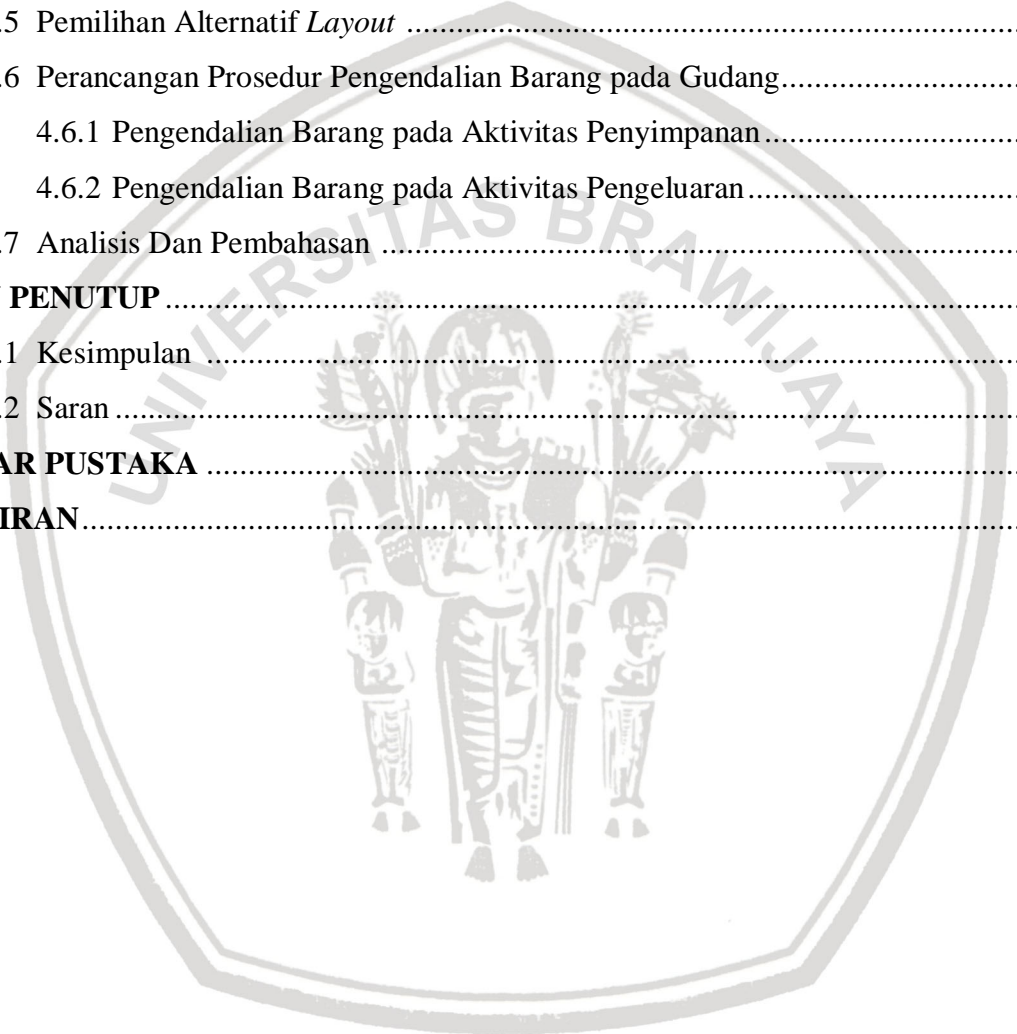
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan Masalah.....	5
1.7 Asumsi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Tata Letak Gudang.....	8
2.3 Gudang.....	8
2.3.1 Macam-Macam Gudang.....	9
2.3.2 Fungsi Gudang.....	9
2.4 Kebijakan Penyimpanan Material <i>Class Based Storage</i>	10
2.5 Prinsip Pengelompokan Barang.....	10
2.6 <i>Racking System</i>	11
2.6.1 <i>Pallet Racking System</i>	12
2.6.2 <i>Pallet Rack Allowance</i>	13
2.7 Metode Klasifikasi Persediaan.....	13
2.8 Pembangkitan Alternatif <i>Layout</i> Gudang.....	14
2.9 Metode Pengukuran Jarak dan Waktu.....	14
2.9.1 Pengukuran Jarak.....	14
2.9.2 Titik Berat Benda Homogen Dua Dimensi.....	15
2.9.3 Pengukuran Waktu.....	16

2.10	Space Utilization Efficiency (SUE)	16
2.11	<i>Material Handling</i>	17
2.11.1	Tujuan <i>Material Handling</i>	17
2.11.2	Aturan dan Prinsip Dasar Perencanaan <i>Material Handling</i>	17
2.12	Penentuan Lebar <i>Aisle</i>	17
2.13	<i>Aisle Storage</i>	18
2.14	Biaya <i>Material Handling</i>	18
2.15	Depresiasi	19
2.16	Metode <i>Wighted Factor Comparison</i>	19
BAB III	METODE PENELITIAN	21
3.1	Jenis Penelitian	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3	Langkah-Langkah Penelitian	21
3.3.1	Tahap Pendahuluan	21
3.4	Diagram Alir Penelitian	24
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	27
4.1.1	Sejarah Perusahaan	27
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan	28
4.1.3	Struktur Organisasi	28
4.1.4	Proses Produksi	29
4.2	Pengambilan Data	33
4.2.1	Jenis Produk	33
4.2.2	Sistem Penyimpanan dan Pengeluaran Barang di Gudang Produk Jadi	33
4.2.3	Peralatan <i>Material Handling</i>	34
4.2.4	Data Rata-Rata Produk Jadi Masuk dan Keluar Gudang	36
4.2.5	Data Permintaan Produk	36
4.2.6	Data Harga Produk	36
4.3	Pengolahan Data	37
4.3.1	<i>Layout</i> Awal Gudang Produk Jadi	37
4.3.2	Perhitungan Jumlah Kebutuhan Tempat Penyimpanan	40
4.3.3	Perhitungan Jarak Perpindahan Produk <i>Layout</i> Awal	41
4.3.4	Perhitungan Kebutuhan Rak	42
4.3.4.1	Perhitungan Dimensi dan Beban Produk Jadi	43

4.3.4.2	Perhitungan Dimensi Rak Penyimpanan	43
4.3.4.2.1	Rak Jenis I	43
4.3.4.2.2	Rak Jenis II	45
4.3.4.2.3	Rak Jenis III	46
4.3.4.3	Perhitungan Jumlah Rak Penyimpanan	47
4.3.4.4	Penentuan Biaya Pengadaan Rak Penyimpanan	48
4.3.4.4.1	Rak Jenis I	48
4.3.4.4.2	Rak Jenis II	48
4.3.4.4.3	Rak Jenis III	49
4.3.4.4.4	Biaya Pengadaan <i>Pallet</i>	49
4.4	Perancangan <i>Layout</i>	50
4.4.1	Pengurutan Aktivitas Perjalanan dan Pembentukan Kelas	50
4.4.2	Penentuan Luas Penyimpanan yang Dibutuhkan	52
4.4.2.1	Penentuan Lebar <i>Aisle</i>	52
4.4.2.2	Penentuan Pintu Gudang	52
4.4.3	Perancangan Alternatif <i>Layout</i>	53
4.4.3.1	Alternatif <i>Layout</i> I	53
4.4.3.1.1	Perhitungan Utilitas Ruang	53
4.4.3.1.2	Perhitungan Jarak	55
4.4.3.2	Alternatif <i>Layout</i> II	57
4.4.3.2.1	Perhitungan Utilitas Ruang	57
4.4.3.2.2	Perhitungan Jarak	57
4.4.3.3	Alternatif <i>Layout</i> III	60
4.4.3.3.1	Perhitungan Utilitas Ruang	60
4.4.3.3.2	Perhitungan Jarak	60
4.4.3.4	Alternatif <i>Layout</i> IV	63
4.4.3.4.1	Perhitungan Utilitas Ruang	63
4.4.3.4.2	Perhitungan Jarak	63
4.4.3.5	Alternatif <i>Layout</i> V	66
4.4.3.5.1	Perhitungan Utilitas Ruang	66
4.4.3.5.2	Perhitungan Jarak	66
4.4.3.6	Alternatif <i>Layout</i> VI	69
4.4.3.6.1	Perhitungan Utilitas Ruang	69
4.4.3.6.2	Perhitungan Jarak	69

4.4.4	Penghitungan Waktu dan Biaya <i>Layout</i> Awal	71
4.4.4.1	Perhitungan Waktu setiap Aktivitas	72
4.4.4.2	Perhitungan Waktu Rata-rata seluruh Proses Pergudangan	72
4.4.4.3	Perhitungan Biaya yang Dikeluarkan	73
4.4.5	Penghitungan Waktu dan Biaya <i>Layout</i> Usulan.....	73
4.4.5.1	Perhitungan Kecepatan <i>Forklift</i>	73
4.4.5.2	Perhitungan Waktu Rata-rata Seluruh Proses Pergudangan	73
4.4.5.3	Perhitungan Biaya yang Dikeluarkan	76
4.5	Pemilihan Alternatif <i>Layout</i>	78
4.6	Perancangan Prosedur Pengendalian Barang pada Gudang.....	80
4.6.1	Pengendalian Barang pada Aktivitas Penyimpanan.....	80
4.6.2	Pengendalian Barang pada Aktivitas Pengeluaran.....	82
4.7	Analisis Dan Pembahasan	83
BAB V	PENUTUP	87
5.1	Kesimpulan	87
5.2	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	93



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Frekuensi Perpindahan Material Bulan Januari	3
Tabel 1.2	Data Kapasitas, Lama Penyimpanan, dan Waktu <i>Expired</i> Rokok	4
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian saat ini.....	8
Tabel 4.1	Jenis Produk Rokok yang Dihasilkan PR. Jaya Makmur	33
Tabel 4.2	Spesifikasi <i>Forklift</i>	35
Tabel 4.3	Data Rata-rata Produk Jadi Masuk dan Keluar	36
Tabel 4.4	Data Permintaan Produk Mei 2017- April 2018.....	36
Tabel 4.5	Data Harga Produk	36
Tabel 4.6	Perhitungan Volume Karton.....	39
Tabel 4.7	Kebutuhan Tempat Penyimpanan Tiap Produk.....	40
Tabel 4.8	Kordinat setiap Produk	41
Tabel 4.9	Jarak dari Tempat Penyimpanan ke Pintu I/O Point.....	41
Tabel 4.10	Perhitungan Total Jarak pada <i>Layout</i> Awal	41
Tabel 4.11	Kebutuhan Tempat Penyimpanan.....	48
Tabel 4.12	Jenis dan Harga Bahan.....	48
Tabel 4.13	Biaya Pembuatan Rak Jenis 1	48
Tabel 4.14	Biaya Pembuatan Rak Jenis 2	48
Tabel 4.15	Biaya Pembuatan Rak Jenis 3	49
Tabel 4.16	Biaya Pengadaan <i>Pallet</i>	49
Tabel 4.17	Biaya Pengadaan Rak dan <i>Pallet</i>	49
Tabel 4.18	Pengurutan Produk Berdasarkan Nilai Investasinya.....	50
Tabel 4.19	Hasil Klasifikasi FSN	50
Tabel 4.20	Pembentukan Kelas.....	51
Tabel 4.21	Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif <i>Layout</i> I.....	55
Tabel 4.22	Koordinat Titik Gabungan dan Jarak pada Alternatif <i>Layout</i> I.....	56
Tabel 4.23	Perhitungan Jarak pada <i>Layout</i> I	56
Tabel 4.24	Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif <i>Layout</i> II	57
Tabel 4.25	Koordinat Titik Gabungan dan Jarak pada Alternatif <i>Layout</i> II	58
Tabel 4.26	Perhitungan Jarak pada <i>Layout</i> II	58
Tabel 4.27	Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif <i>Layout</i> III	60
Tabel 4.28	Koordinat Titik Gabungan dan Jarak pada Alternatif <i>Layout</i> III	61
Tabel 4.29	Perhitungan Jarak pada <i>Layout</i> III.....	61

Tabel 4.30	Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif <i>Layout IV</i>	63
Tabel 4.31	Koordinat Titik Gabungan dan Jarak pada Alternatif <i>Layout IV</i>	64
Tabel 4.32	Perhitungan Jarak pada <i>Layout IV</i>	64
Tabel 4.33	Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif <i>Layout V</i>	66
Tabel 4.34	Koordinat Titik Gabungan dan Jarak pada Alternatif <i>Layout V</i>	67
Tabel 4.35	Perhitungan Jarak pada <i>Layout V</i>	67
Tabel 4.36	Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif <i>Layout VI</i>	69
Tabel 4.37	Koordinat Titik Gabungan dan Jarak pada Alternatif <i>Layout VI</i>	70
Tabel 4.38	Perhitungan Jarak pada <i>Layout VI</i>	70
Tabel 4.39	Kegiatan Pada Proses Pergudangan	72
Tabel 4.40	Waktu Setiap Kegiatan pada Proses Pergudangan.....	72
Tabel 4.41	Waktu Rata-rata Seluruh Proses Pergudangan	72
Tabel 4.42	Kecepatan <i>Forklift</i>	73
Tabel 4.43	Waktu Pengangkatan Garpu <i>Forklift</i>	74
Tabel 4.44	Waktu Penurunan Garpu <i>Forklift</i>	74
Tabel 4.45	Waktu Proses Penyimpanan dan Pengeluaran Kelas A <i>Layout I</i>	75
Tabel 4.46	Waktu Rata-rata Seluruh Proses Pergudangan <i>Layout I</i>	75
Tabel 4.47	Waktu Seluruh Proses Pergudangan <i>Layout I</i>	75
Tabel 4.48	Waktu Perpindahan pada Setiap Alternatif.....	75
Tabel 4.49	Jenis dan Spesifikasi <i>Forklift</i>	76
Tabel 4.50	Biaya Bahan Bakar	77
Tabel 4.51	Biaya Keseluruhan setiap Alternatif	78
Tabel 4.52	Hasil setiap Alternatif <i>Layout</i>	78
Tabel 4.53	Rating Nilai setiap Parameter	79
Tabel 4.54	Perhitungan <i>Weighted Factor Comparison</i>	80
Tabel 4.55	Perbandingan <i>Layout</i> Awal dengan <i>Layout</i> Usulan.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Layout</i> awal gudang produk jadi PR. Jaya Makmur	2
Gambar 1.2	Produk rokok yang tersimpan diluar gudang PR. Jaya Makmur	3
Gambar 2.1	<i>Pallet rack allowance</i>	13
Gambar 2.2	<i>Across aisle storage</i> dan <i>within aisle storage</i>	18
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	25
Gambar 4.1	Struktur organisasi PR. Jaya Makmur.....	28
Gambar 4.2	Proses produksi rokok di PR. Jaya Makmur.....	29
Gambar 4.3	Mesin <i>maker</i>	31
Gambar 4.4	Mesin <i>stemper</i>	32
Gambar 4.5	Proses pengebalan	32
Gambar 4.6	Gudang produk jadi.....	33
Gambar 4.7	<i>Pallet</i> yang digunakan	34
Gambar 4.8	<i>Forklift bomac</i>	35
Gambar 4.9	Penyusunan produk jadi pada <i>pallet</i>	37
Gambar 4.10	<i>Layout</i> awal gudang produk jadi PR. Jaya Makmur	38
Gambar 4.11	<i>Aisle</i> yang digunakan pada <i>layout</i> awal	39
Gambar 4.12	Desain rak jenis I.....	43
Gambar 4.13	Lebar rak jenis I	44
Gambar 4.14	Tinggi rak jenis I.....	44
Gambar 4.15	Desain rak jenis II	45
Gambar 4.16	Lebar rak jenis II	45
Gambar 4.17	Tinggi rak jenis II.....	46
Gambar 4.18	Desain rak jenis III.....	46
Gambar 4.19	Lebar rak jenis III.....	47
Gambar 4.20	Tinggi rak jenis III	47
Gambar 4.21	Alternatif <i>layout</i> I.....	54
Gambar 4.22	Alternatif <i>layout</i> II.....	59
Gambar 4.23	Alternatif <i>layout</i> III	62
Gambar 4.24	Alternatif <i>layout</i> IV	65
Gambar 4.25	Alternatif <i>layout</i> V	68
Gambar 4.26	Alternatif <i>layout</i> VI.....	71
Gambar 4.27	Papan kendali	81

Gambar 4.28 Papan kendali pada aktivitas penyimpanan..... 82
Gambar 4.29 Papan kendali pada aktivitas pengeluaran..... 83



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Persediaan	93
Lampiran 2	Data Keluar Masuk Produk	99





Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Yonas Adrianto Putra, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2018, *Rancangan Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Metode Class Based Storage dan Pallet Racking System*, Dosen Pembimbing: Agustina Eunike.

PR. Jaya Makmur adalah industri rokok kelas menengah yang terletak di Kepanjen, Malang. Produk rokok yang dihasilkan yaitu jenis rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM). Produk rokok yang dihasilkan disimpan pada gudang produk jadi sebelum dilakukan pengiriman ke distributor. Penataan produk pada gudang produk jadi belum mempertimbangkan aktivitas keluar masuk dan secara acak atau ditempatkan pada tempat yang kosong. Pindahan produk pada proses penyimpanan maupun pengeluaran membutuhkan waktu yang lama dikarenakan masih menggunakan tenaga manual. Selain itu gudang produk jadi saat ini belum mampu menyimpan seluruh hasil produksi, sehingga sebagian produk harus diletakkan pada luar gudang. Perusahaan berencana menambah ketinggian gudang produk jadi dari yang awal memiliki ketinggian 4 meter akan dibangun menjadi ketinggian 7 meter. Oleh karena itu perlu adanya rancangan tata letak gudang yang baru agar meminimasi jarak, waktu perpindahan produk jadi.

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan dengan *Class Based Storage* untuk mengelompokkan produk. Menggunakan ABC berdasarkan nilai barang dan permintaan, serta FSN berdasarkan frekuensi perpindahan produk jadi. *Pallet racking system* digunakan untuk meningkatkan kapasitas ruang dengan cara memanfaatkan ketinggian ruang. *Material handling* yang digunakan juga disesuaikan dari yang awal menggunakan tenaga manual diganti dengan menggunakan *forklift*, hal ini untuk mengurangi waktu perpindahan produk. Pada penelitian ini dibuat 6 alternatif yang berdasarkan letak pintu gudang, tipe *aisle* yang digunakan serta penyusunan rak. Kemudian menghitung utilitas ruang, jarak, waktu dan biaya yang dikeluarkan. Hasil setiap alternatif kemudian dibandingkan dengan menggunakan *weighted factor comparison* untuk mendapatkan alternatif yang paling optimal berdasarkan 4 aspek yaitu kapasitas, jarak, waktu dan biaya. Alternatif terpilih merupakan alternatif yang memiliki skor tertinggi. Merancang pengendalian produk di gudang dengan metode *First In First Out* (FIFO) berdasarkan *layout* usulan yang terpilih.

Penelitian menghasilkan 6 alternatif *layout* dan kemudian membandingkannya berdasarkan empat aspek yaitu kapasitas gudang, jarak perpindahan, waktu perpindahan dan biaya yang dikeluarkan. Pemilihan alternatif yang paling optimal menggunakan *weighted factor comparison* dan didapatkan bahwa alternatif III memiliki skor tertinggi yaitu 812,92, alternatif III terpilih menjadi alternatif yang paling optimal. Pemilihan alternatif III mampu mengurangi jarak perpindahan 5,89% dari kondisi awal, mempercepat waktu perpindahan sebesar 65,6%, biaya yang harus dikeluarkan menurun sebesar 2,45%, dan kapasitas penyimpanan meningkat sebanyak 4 *pallet*. Hasil perancangan pengendalian produk dengan menggunakan metode FIFO pada aktivitas penyimpanan dan pengeluaran produk. Pengendalian produk digudang menggunakan papan kendali. Pada papan kendali terdapat tanda warna hijau menunjukkan lokasi rak yang harus diisi dan tanda warna ungu menunjukkan lokasi rak yang harus diambil.

Kata Kunci: *Class Based Storage, Pallet Racking System, Rokok SKM dan SKT, Tata Letak Gudang, First In First Out*



Halaman ini sengaja dikosongkan



SUMMARY

Yonas Adrianto Putra, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, December 2018, *Improvement Warehouse Layout using Class Based Storage and Pallet Racking System Method*, Academic supervisor: Agustina Eunike.

PR. Jaya Makmur is a middle class cigarette industry located in Kepanjen, Malang. The cigarette products produced are hand-rolled cigarettes (SKT) and machine-made cigarettes (SKM). The resulting cigarette products are stored in the warehouse of finished products before shipping to the distributor. The product arrangement in the finished product warehouse has not considered the activity of going in and out randomly or placed in an empty place. Products remove in the process of storage and expenditure takes a long time because it is still using manual power. In addition, the current product warehouse has not been able to store all of the production, so some products must be placed outside the warehouse. The company plans to increase the height of the finished product warehouse from the initial height of 4 meters to be built to a height of 7 meters. Therefore it is necessary to design a new warehouse layout to minimize the distance, the times to remove the finished product.

In this study, Class Based Storage is calculated to classify products. Use ABC based on the value of goods, demand, and FSN based on frequency of finished products. Pallet racking system is used to increase space capacity by utilizing space height. The material handling used is also adjusted from the beginning using manual power is replaced by using a forklift, this is to reduce the time of product transfer. In this study 6 alternatives were made based on the location of the warehouse door, the type of aisle used and the arrangement of the rack. Then calculate the space utility, distance, time and costs incurred. The results of each alternative are then compared using a weighted factor comparison to get the most optimal alternative based on 4 aspects are capacity, distance, time and cost. The chosen alternative is the alternative that has the highest score. Designing product controls in warehouses with the First In First Out (FIFO) method based on chosen layout.

The study produced 6 alternative layouts and then compared them based on four aspects are warehouse capacity, displacement distance, displacement time and costs incurred. The selection of the most optimal alternative uses a weighted factor comparison and it was found that alternative III had the highest score of 812.92, alternative III was chosen as the most optimal alternative. The selection of alternative III is able to reduce the displacement distance of 5.89% from the initial condition, reduce the displacement time by 65.6%, the cost to be incurred decreases by 2.45%, and the storage capacity increases by 4 pallets. Product control design results using the FIFO method on product storage and expenditure activities. Product control is used using a control board. On the control board there is a green mark showing the location of the rack that must be filled and the purple mark showing the location of the rack that must be taken.

Keywords: Class Based Storage, Pallet Racking System, SKM and SKT cigarettes, Warehouse Layout, First In First Out



Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANGAN PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG DENGAN METODE *CLASS BASED STORAGE* DAN *PALLET RACKING SYSTEM*

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



YONAS ADRIANTO PUTRA

NIM. 145060701111009

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 27 Desember 2018

Dosen Pembimbing



Agustina Eunike, ST., MT., M.BA.

NIP. 198008112012122002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**



Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.

NIP. 197411152006041002



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 27 Desember 2018

Mahasiswa



Yonas Adrianto Putra

NIM. 145060701111009

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian ini, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, asumsi-asumsi, tujuan penelitian, serta manfaat dari penelitian.

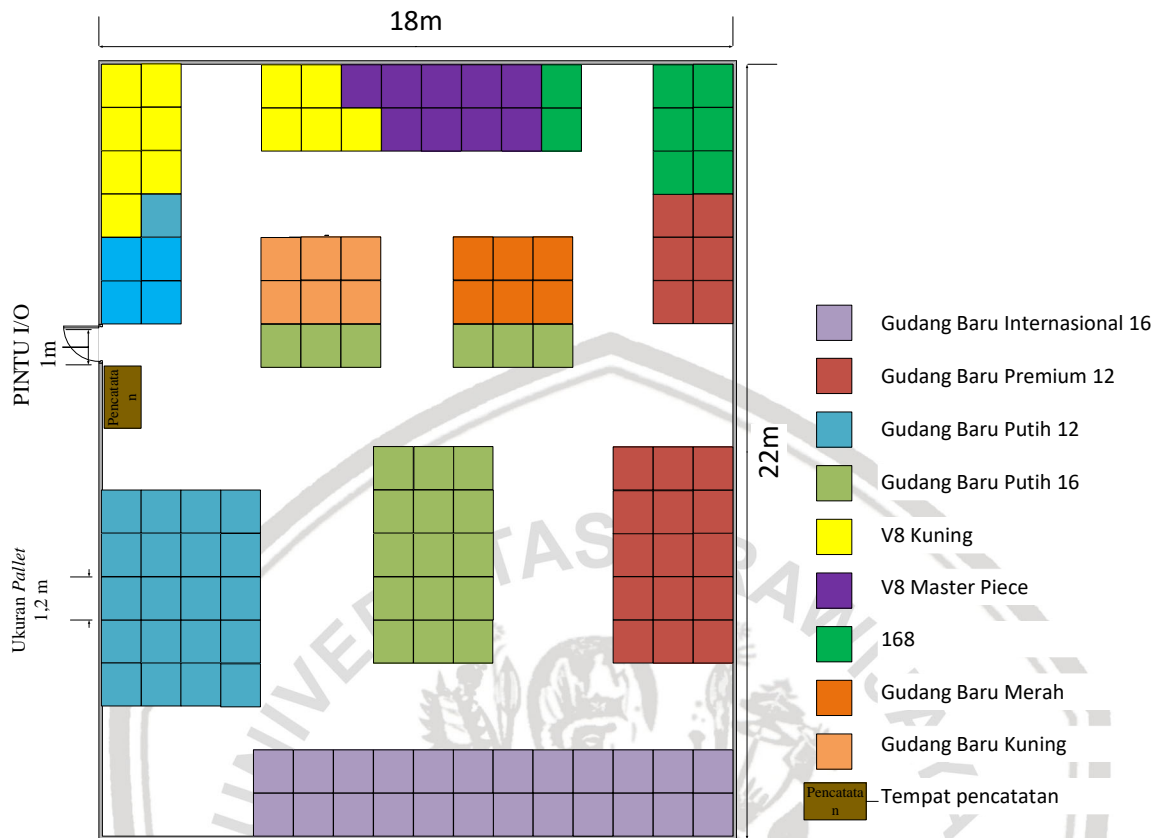
1.1 Latar Belakang

Persaingan di industri rokok semakin hari semakin ketat. Kondisi ini disebabkan karena semakin banyaknya pesaing industri rokok yang bermunculan. Sehingga para pelaku industri rokok ini berlomba-lomba untuk menarik minat konsumen dengan cara menghasilkan rokok yang memiliki kualitas terbaik. Hal ini mengakibatkan industri di bidang rokok harus memperbaharui strategi mereka dalam menjalankan usaha demi meningkatkan efisiensi proses yang nantinya berdampak pada peningkatan performansi usaha.

Tata letak gudang merupakan masalah yang sering dialami pada dunia industri, permasalahan ini akan berdampak pada proses pengambilan ataupun peletakkan barang digudang yang tidak efisien, ketika barang yang sering keluar masuk gudang diletakkan jauh dari pintu gudang, maka akan membutuhkan biaya yang cukup besar dalam pemindahan barang tersebut. Sistem penyimpanan pada gudang yang baik mampu memanfaatkan ruang yang tersedia secara efektif sehingga dapat meningkatkan utilitas ruang serta meminimalisasi biaya *material handling* (Heragu, 1996:369).

PR Jaya Makmur adalah industri rokok kelas menengah yang telah berskala nasional. Produk rokok yang dihasilkan yaitu jenis rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM). Kebijakan yang digunakan oleh PR Jaya Makmur dalam memproduksi rokok adalah *make to order*, sehingga biasanya perusahaan telah memiliki data permintaan dari distributor sebulan sebelumnya, selain itu perusahaan juga mempertimbangkan *safety stock* untuk permintaan selanjutnya, PR Jaya Makmur memiliki 2 gudang yaitu gudang bahan baku dan gudang barang jadi. Dalam penelitian ini, objek yang dijadikan pengamatan adalah gudang produk jadi, penataan produk saat ini tidak mempertimbangkan aktivitas keluar masuk produk jadi. *Material handling* yang digunakan untuk pemindahan produk adalah menggunakan *forklift* untuk pemindahan produk dari lantai produksi menuju gudang dan kemudian memasukkan kedalam gudang dengan

mengangkat secara manual dengan 16 pekerja dengan waktu rata-rata pemindahan setiap *pallet* yaitu 13 menit.



Gambar 1.1 Layout awal gudang produk jadi PR. Jaya Makmur

Pada Gambar 1.1 merupakan kondisi gudang pada periode Mei 2017 sampai April 2018. Gudang produk jadi pada PR. Jaya Makmur yakni memiliki luas 396 m² serta memiliki ketinggian gudang yaitu 4 meter dengan kapasitas penyimpanan 4350 karton. Saat ini bentuk penyimpanan dalam gudang yaitu dengan cara meletakkan barang pada tempat yang kosong dengan 6 tumpukan di setiap *pallet* atau 30 karton setiap *pallet*. Dengan bentuk penyimpanan seperti itu gudang hanya mampu menyimpan 3960 karton didalam gudang, yang berarti *utilitas* penggunaan ruang hanya sebesar 71,74%. Sedangkan barang yang tersimpan diluar gudang yaitu sebanyak 810 karton, sehingga apabila terdapat pesanan maka barang yang dikirim terlebih dahulu adalah produk yang berada diluar gudang dan setelah itu baru dilakukan pengambilan dari produk yang ada di gudang, hal ini disebabkan produk yang berada diluar gudang rentan terjadi kerusakan maupun keamanannya. Karena kapasitas gudang saat ini belum mampu menyimpan seluruh hasil produksi, maka pihak perusahaan telah berencana untuk meninggikan gudang produk jadi dengan ketinggian bangunan yaitu 7 meter. Dengan ketinggian gudang yang baru diharapkan tidak ada lagi produk yang tersimpan diluar gudang. Oleh karena itu

dibutuhkan perancangan tata letak gudang yang baru agar mampu menyimpan seluruh hasil produksi dan *forklift* dapat masuk kedalam gudang, sehingga mampu mengurangi jumlah pekerja yang digunakan dalam kegiatan keluar masuk barang dalam gudang.



Gambar 1.2 Produk rokok yang tersimpan diluar gudang PR. Jaya Makmur
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Penempatan produk dalam gudang juga tidak mempertimbangkan nilai investasi dan frekuensi yang terdiri dari aktivitas pengeluaran dan penyimpanan. Pada *layout* awal dapat dilihat bahwa produk Gudang Baru Internasional 16 diletakkan jauh dari pintu gudang yaitu sejauh 23,9 meter dengan menghitung titik pusat dari setiap blok penyimpanan yang kemudian dihitung dengan menggunakan jalan lintasan atau *aisle distance* menuju pintu gudang, kemudian dapat dilihat pada Tabel 1.1 produk Gudang Baru Internasional 16 memiliki frekuensi yang paling tinggi dibandingkan jenis produk rokok yang lain, sehingga membutuhkan jarak yang relatif panjang dalam melakukan proses pemindahannya.

Tabel 1.1
Data Frekuensi Perpindahan Material Bulan Januari

No	Jenis Produk	Produk Masuk (<i>Pallet</i>)	Produk Keluar (<i>Pallet</i>)
1	Gudang Baru Internasional 16	481	479
2	Gudang Baru Premium 12	362	360
3	Gudang Baru Putih 12	284	282
4	Gudang Baru Putih 16	246	244
5	V8 Kuning 12	52	50
6	V8 Master Piece 12	37	35
7	168 12	33	31
8	Gudang Baru Merah 12	29	27
9	Gudang Baru Kuning 12	26	23

Sumber: PR Jaya Makmur (2018)

Proses peletakkan dan pengeluaran barang pada gudang saat ini masih secara acak atau ditempatkan pada ruang yang kosong dan juga belum menerapkan sistem *First In First Out*, sedangkan produk rokok ini memiliki waktu kadaluarsa yang menyebabkan tidak dapat disimpan terlalu lama dapat dilihat pada Tabel 1.2. Sehingga perlu dilakukan

penataan ulang agar proses penyimpanan dan pengeluaran produk dapat dilakukan secara efisien. Waktu kadaluarsa terhitung selama 4 bulan setelah di produksi, yang tertera pada bungkus rokok.

Tabel 1.2

Data Kapasitas, Lama Penyimpanan, dan Waktu *Expired* Rokok

Jenis Rokok	Kapasitas Produksi Perbulan (Karton)	Lama Penyimpanan Dalam Gudang	Frekuensi Rata-rata Tiap Bulan (<i>pallet</i>)	Waktu <i>Expired</i>
Gudang Baru Internasional 16	15080	2 Hari	958	4 Bulan
Gudang Baru Premium 12	12090	2 Hari	718	4 Bulan
Gudang Baru Putih 12	8710	3 Hari	568	4 Bulan
Gudang Baru Putih 16	7618	3 Hari	488	4 Bulan
V8 Kuning 12	1300	5 Hari	103	4 Bulan
V8 Master Piece 12	962	7 Hari	74	4 Bulan
168 12	858	7 Hari	64	4 Bulan
Gudang Baru Merah 12	754	7 Hari	55	4 Bulan
Gudang Baru Kuning 12	650	7 Hari	50	4 Bulan

Sumber: PR Jaya Makmur (2018)

Untuk mengatasi permasalahan yang ada dapat menggunakan kebijakan *class based storage* dengan metode klasifikasi barang menjadi kelas ABC berdasarkan nilai investasi tahunan dan FSN berdasarkan frekuensi keluar masuknya barang. Sedangkan untuk penyimpanan barang menggunakan sistem *pallet racking*, sistem ini sangat sesuai karena meningkatkan kapasitas penyimpanan dengan memanfaatkan ketinggian gudang dan juga memanfaatkan *pallet* sebagai alas untuk memindahkan produk dengan menggunakan *forklift*. Sehingga diharapkan dengan perbaikan tata letak pada gudang mampu meningkatkan kapasitas penyimpanan gudang, dan mampu mengurangi waktu perpindahan barang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan diatas, masalah yang dihadapi oleh PR. Jaya Makmur saat ini adalah:

1. Terbatasnya ruang untuk gudang penyimpanan produk jadi.
2. Kebijakan penyimpanan di Gudang PR. Jaya Makmur yang tidak mempertimbangkan aktivitas keluar masuk produk jadi.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana alternatif perbaikan *layout* penempatan produk dengan menggunakan metode *class based storage* dan *pallet racking system*?
2. *Layout* usulan manakah yang mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *layout* awal baik dari segi jarak maupun waktu perpindahan produk jadi?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendesain alternatif *layout* perubahan tata letak penempatan produk di gudang produk jadi dengan menggunakan *class based storage* dan *pallet racking system*.
2. Untuk membandingkan *layout* awal dengan *layout* usulan berdasarkan jarak dan waktu perpindahan produk jadi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mampu meningkatkan proses penyimpanan dan pengeluaran produk jadi dalam gudang secara efektif dan efisien.
2. Mampu memberikan *layout* usulan penyimpanan produk jadi dengan menggunakan metode *class based storage* dan *pallet racking system* sehingga mampu meminimasi jarak dan waktu perpindahan produk jadi.

1.6 Batasan Masalah

Agar penulisan laporan dapat dilakukan dengan baik dan pembahasan dapat terfokus, maka dibuat beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Obyek penelitian adalah tata letak gudang penyimpan produk jadi.
2. Data yang digunakan yaitu data pada bulan Mei 2017- April 2018.

1.7 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tidak ada penambahan jenis produk selama penelitian berlangsung.
2. Produk yang disimpan dalam bentuk karton.
3. Tidak terjadi penambahan luas pada gudang yang baru.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian diperlukan dasar-dasar teori dan argumen yang berhubungan dengan konsep-konsep permasalahan penelitian dan akan dipakai dalam menganalisis. Tinjauan pustaka berisikan pustaka-pustaka atau teori-teori yang digunakan untuk membantu pengerjaan penelitian sebagai pondasi atau penguat dasar penelitian. Tinjauan pustaka bersumber dari buku dan jurnal ilmiah.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkenaan dengan tata letak penyimpanan barang digudang, yang dapat dijadikan sebagai referensi penelitian dan juga dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini. Beberapa deskripsi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tata letak penyimpanan barang di gudang.

1. Kurniawan (2014) penelitian ini dilakukan di gudang produk jadi pabrik rokok. Tujuan penelitian ini untuk memberikan *layout* usulan yang efektif terhadap pemindahan barang dengan menggunakan metode *shared storage*. Hasil penelitiannya adalah mampu meminimasi total jarak yang ditempuh yaitu sebesar 10.177 meter dari kondisi awal.
2. Aziz (2014) penelitian ini dilakukan pada gudang produk jadi PT Tiara Kurnia Malang dengan menggunakan metode *pallet racking system*. Hasil penelitiannya adalah tata letak yang terpilih memiliki 44 *rack bays* dengan kapasitas penyimpanan 12.320 sak. Memiliki persentase perbandingan area penyimpanan yang dapat diakses sebesar 100%.
3. Darma (2015) tujuan penelitian ini adalah untuk merancang ulang tata letak penyimpanan pada gudang dan mempermudah proses keluar masuk barang pada gudang, penelitian ini menggunakan metode *class based storage*. Penelitian ini dilakukan pada gudang material CV. Dharma Kencana Mojokerto. Didapatkan hasil perbaikan *layout* dengan perpindahan jarak 2.807.726,16 meter tiap tahunnya dengan menggunakan 3 macam rak yaitu *Heavy Duty Cantilever*, *Bulk Storage Rack*, dan *Custom Back*.

Tabel 2.1 merupakan tabel perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian saat ini

No	Nama Peneliti	Obyek	Metode	Hasil Penelitian
1	Kurniawan (2014)	Gudang produk jadi pabrik rokok	<i>Shared Storage</i>	Meminimasi total jarak yang ditempuh yaitu sebesar 10.177 meter dari kondisi awal
2	Aziz (2014)	Gudang produk jadi	<i>Pallet racking system</i>	Tata letak memiliki 44 rack bays dengan kapasitas penyimpanan 12.320 sak dan memiliki persentase perbandingan area penyimpanan yang dapat diakses 100%
3	Darma (2015)	Gudang material CV.Dharma Kencana Mojokerto	<i>Class Based Storage</i>	Didapatkan hasil perbaikan layout dengan perpindahan jarak 2.807.726,16 meter tiap tahunnya dengan menggunakan 3 macam rak yaitu <i>Heavy Duty Cantilever</i> , <i>Bulk Storage Rack</i> , dan <i>Custom Back</i>
4	Penelitian ini (2018)	Gudang produk jadi pada PR. Jaya Makmur	<i>Class based storage dan pallet racking system</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gudang memiliki 20 rak penyimpanan yang mampu menyimpan 136 <i>pallet</i> - Meminimasi jarak perpindahan sejauh 31.110,52 meter setiap tahunnya. - Meminimasi waktu perpindahan barang sebesar 65,6% dari kondisi awal - Serta meminimasi biaya pergudangan sebesar 46,5% dari kondisi awal

2.2 Tata Letak Gudang

Menurut Maarif dan Tanjung (2003:219), tata letak gudang adalah suatu desain yang diciptakan untuk mengurangi total biaya yang dikeluarkan dengan cara penyeimbangan antara ruang dan penanganan barang yang tersimpan. Keragaman dari produk yang disimpan serta jumlah produk yang diambil memiliki pengaruh secara langsung pada tata letak gudang yang optimal.

Tata letak gudang memiliki tujuan yaitu untuk mendapatkan titik optimal antara biaya penanganan barang dan biaya lainnya yang berkaitan dengan luas ruang dalam gudang. Biaya penanganan barang berkaitan dengan biaya yang harus dikeluarkan pada saat transportasi barang masuk, penyimpanan dan transportasi barang keluar yang meliputi bahan, orang, peralatan, pengawasan, asuransi dan penyusutan (Heizer dan Render, 2009).

2.3 Gudang

Hadiguna (2009:116) mengatakan bahwa gudang adalah suatu fungsi yang penting dalam menjaga kelancaran produksi yang dilakukan oleh suatu pabrik, dengan tujuan untuk memaksimalkan utilitas sumber daya dan juga pelayanan kepada pelanggan dengan memperhatikan kendala sumber daya.

Menurut Purwanto dan Ali (2008:20) mengatakan bahwa gudang adalah bagian dari suatu organisasi pabrik yang memiliki peran penting didalam menjamin kelancaran mulai dari proses produksi hingga distribusi barang ke konsumen.

2.3.1 Macam-Macam Gudang

Menurut Wignojosoebroto (2009:287) gudang dapat dibedakan berdasarkan karakteristik material yang akan disimpan, yaitu:

1. *Raw Material Storage*

Gudang untuk menyimpan bahan baku yang digunakan dalam proses produksi.

2. *Work in Process Storage*

Gudang digunakan untuk menyimpan benda-benda yang sudah diproses, tetapi masih menunggu untuk diproses selanjutnya.

3. *Finished Good Product Storage*

Gudang digunakan untuk menyimpan produk yang sudah diproduksi atau sudah jadi produk akhir.

4. *Storage for Supplies*

Gudang digunakan untuk menyimpan item non-produktif yang digunakan untuk menunjang kelancaran produksi.

5. *Finished Part Storage*

Gudang digunakan untuk menyimpan *part* yang siap untuk dirakit dan biasanya terletak dekat dengan tempat perakitan.

6. *Salvage*

Gudang digunakan untuk menyimpan benda-benda produksi yang salah dikerjakan, namun dapat dilakukan pengerjaan kembali untuk memperbaiki kualitas dari produk tersebut.

7. *Scrap and Waste*

Gudang digunakan untuk meletakkan produk yang salah dikerjakan namun tidak dapat dilakukan pengerjaan ulang, dan juga sisa dari proses produksi yang tidak berguna lagi.

2.3.2 Fungsi Gudang

Menurut Hadiguna (2009:117) dalam aktivitas penyimpanan terdapat beberapa fungsi utama gudang, yaitu:

1. *Receiving*

yaitu proses yang meliputi penerimaan material pesanan, menjamin kuantitas material, dan mendistribusikan ke rantai produksi.

2. Persediaan

yaitu memastikan permintaan dapat terpenuhi.

3. Penyisihan

yaitu kegiatan menempatkan barang-barang pada tempat lokasi penyimpanan.

4. Penyimpanan

yaitu wujud fisik barang-barang yang tersimpan sebelum adanya permintaan.

5. Pengambilan Pesanan

yaitu proses pengambilan barang dari dalam gudang berdasarkan permintaan.

6. Pengepakan atau pemberian harga, proses ini dilakukannya proses pengambilan dari gudang.

7. Penyortiran

yaitu proses pemisahan barang yang tidak sesuai spesifikasi.

8. Pengepakan dan Pengiriman

yaitu proses pemeriksaan barang dan kemudian dimasukkan dalam kontainer untuk dilakukan pengiriman.

2.4 Kebijakan Penyimpanan Material *Class-Based Storage*

Menurut Tompkins et al (2003:435), metode yang dapat digunakan untuk penempatan material digudang ada 3 yaitu: *randomized storage*, *dedicated storage* dan *class-based dedicated storage*. *Randomized Storage* memungkinkan barang dapat diletakkan dimana saja, sehingga membutuhkan ruang yang lebih sedikit.

Dedicated storage kebijakan penyimpanan ini membutuhkan ruangan yang lebih luas, karena tidak setiap barang bisa diletakkan pada ruang kosong yang tersedia. *Class-based storage* merupakan suatu kebijakan penempatan material berdasarkan kesamaan suatu jenis material kedalam satu kelompok. Kelompok ini kemudian akan diletakkan pada posisi tertentu dalam gudang. Kesamaan material ini bisa dalam bentuk kesamaan jenis produk maupun kesamaan pemesanan konsumen.

2.5 Prinsip Pengelompokan Barang

Menurut Tompkins dan Smith (1990), terdapat beberapa prinsip untuk menyusun pengelompokan barang yaitu:

1. *Similarity*
Prinsip meletakkan barang berdasarkan kemiripan, barang yang diterima dan dikirim bersama harus disimpan bersamaan.
2. *Popularity*
Prinsip menempatkan barang yang memiliki *accessibility* terbesar didekat titik *Input-Output* (I/O) dan begitu pula sebaliknya.
3. *Size*
Prinsip menempatkan barang berdasarkan ukuran yang sejenis. Barang yang memiliki berat yang terbesar disarankan diletakkan di dekat pintu gudang.
4. *Characteristics*
Prinsip menempatkan barang berdasarkan karakteristiknya seperti diantaranya material mudah rusak, barang mudah hancur, barang berbentuk unik, barang yang bersifat berbahaya, keamanan barang dan kecocokan.
5. *Space Utilization*
Penentuan kebutuhan luas lantai untuk penyimpanan barang diperlukan dalam perencanaan penyimpanan, tata letak harus dibangun sedemikian rupa agar mampu memaksimalkan utilitas luas lantai untuk penyimpanan barang.

2.6 Racking System

Menurut (Apple, 1990), rak merupakan sebuah rangka yang terdiri dari tiang-tiang tegak dan mendatar yang digunakan untuk memudahkan penyimpanan material. Penggunaan rak pada gudang mampu meningkatkan kapasitas ruang tersebut tanpa perlu melakukan pelebaran ruangan. Hal ini karena penggunaan rak mampu memanfaatkan ketinggian ruangan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan digudang dengan memperhatikan tinggi rak, sehingga mudah dijangkau pada saat pengambilan maupun peletakkan. Menurut Tompkins dan Smith (1990), ada beberapa jenis *racking system* yaitu:

1. *Pallet Rack*
Model penyimpanan *pallet* yang paling sering digunakan, didesain untuk penggunaan alat bantu penyimpanan standard.
2. *Container Racks*
Digunakan untuk penyimpanan barang berukuran kecil dengan ukura *container* yang sesuai.
3. *Drive-in/ Drive- Throught Pallet Racks*

Pada *drive-in rack*, produk yang akan disimpan atau dikeluarkan hanya melalui satu sisi saja. Sedangkan *drive-tought rack*, produk yang akan disimpan atau dikeluarkan dapat melalui sisi yang berbeda. Tipe ini untuk penyimpanan dengan kepadatan tinggi.

4. *Cantilever Racks*

Digunakan untuk menyimpan produk dengan ukuran panjang, seperti pipa ataupun besi panjang.

5. *High Bay Racking*

Sistem pada penyimpanan yang memiliki ketinggian rak lebih dari 12 meter.

6. *Push-Back Racking*

Sistem penyimpanan yang memperbolehkan *pallet* didorong oleh *pallet* yang berada dibelakangnya.

2.6.1 *Pallet Racking system*

Pallet rack adalah sistem penyimpanan menggunakan rak yang paling umum. Didesain untuk menyimpan barang secara maksimum pada gudang (Tompkins dan Smith, 1990). Terdapat 3 dimensi rak, diantaranya:

1. *Rack Depth*

Dimensi kedalaman rak merupakan dimensi yang menahan *pallet* penyimpanan barang. Dimensi kedalaman ini ditentukan oleh *pallet* yang nantinya akan disimpan serta alat bantu yang akan digunakan dalam proses penyimpanan.

2. *Rack Height*

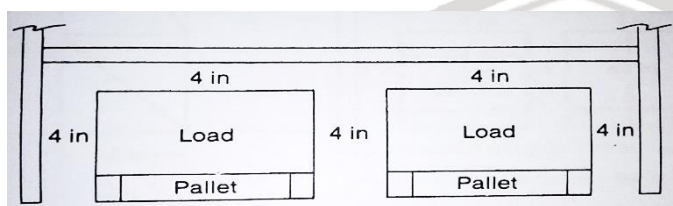
Dimensi ketinggian rak merupakan tinggi dari penyangga rak, dimensi ini ditentukan oleh tinggi barang yang akan disimpan dan kelonggaran ketinggian yang diberikan yaitu 2 hingga 3 inchi pada bagian atas barang yang disimpan hingga *load beam* di atasnya.

3. *Rack Length*

Dimensi panjang rak memiliki dua dimensi yaitu dimensi internal dan *centerline to centerline* panjang bukaan rak. Dimensi internal merupakan dimensi panjang rak yang meliputi kombinasi lebar *pallet* penyimpanan dan *clearance* yang dibutuhkan. Sedangkan dimensi *centerline to centerline* merupakan dimensi panjang rak yang meliputi panjang *load beam* dan panjang tiang penyangga.

2.6.2 Pallet Rack Allowance

Pallet rack terdiri penyangga tegak lurus (*upright frame*) dan sepasang penyangga (*load beam*). Peletakkan *pallet* pada *load beams* biasanya berdampingan. Pada saat aktivitas penyimpanan dan pengambilan dengan menggunakan *forklift*, harus diberi *allowance* sebesar 4 inchi antara tiang penyangga dengan barang yang disimpan dan 4 inchi diantara barang yang disimpan seperti pada Gambar 2.1. Sedangkan untuk *allowance* antara barang yang dimpan dengan rak yang diatasnya yaitu sebesar 4 inchi. *Allowance* ini diberikan untuk memberikan kemudahan dalam proses penyimpanan dan pengambilan barang agar tidak tersangkut (Tompkins dan Smith, 1990).



Gambar 2.1 Pallet rack allowance

Sumber: Tompkins dan Smith (1990)

2.7 Metode Klasifikasi Persediaan

Terdapat beberapa metode klasifikasi persediaan yaitu:

1. Klasifikasi ABC

Pengelompokkan barang-barang kedalam tiga kelas A, B, C. (Nasution dan Prasetyawan, 2008). Terbagi menjadi tiga kelas yaitu:

- a. Kelas A: barang dengan jumlah unit 10% - 20% dan memiliki nilai inventasi sebesar 30% - 70% dari total investasi tahunan persediaan.
- b. Kelas B: barang dengan jumlah unit 20% - 30% dan memiliki nilai inventasi sebesar 20% - 30% dari total investasi tahunan persediaan.
- c. Kelas C: barang dengan jumlah unit 30% - 70% dan memiliki nilai inventasi sebesar 10% - 20% dari total investasi tahunan persediaan.

2. Klasifikasi FSN (*Fast, Slow and Non-Moving*)

Merupakan metode pengelompokkan barang berdasarkan tingkat penggunaan dan rata-rata penyimpanan (Vaisakh dan Dileepal, 2013). Terdapat beberapa langkah dalam analisis FSN:

- a. Menghitung rata-rata penyimpanan dan tingkat konsumsi barang di gudang
- b. Mengklasifikasikan FSN berdasarkan rata-rata penyimpanan pada gudang
- c. Mengklasifikasikan FSN berdasarkan tingkat konsumsi
- d. Mengelompokkan berdasarkan analisis FSN

3. Klasifikasi VED (*Vital, Essential, Desirable*)

Merupakan metode pengelompokan bagian berdasarkan aspek fungsi dan aspek efisiensi setiap bagian. Dapat juga digunakan untuk aspek dalam mengambil sebuah keputusan seperti *setup* manufaktur dan tangga jatuh tempo (Parekh, Lee & Kozman, 2008).

2.8 Pembangkitan Alternatif *Layout* Gudang

Pembangkitan alternatif *layout* gudang dapat menggunakan tahapan sebagai berikut (Tompkins dan Smith, 1990):

1. Mengidentifikasi lokasi obyek tetap di gudang

Mengidentifikasi dan menempatkan obyek yang hanya dapat diletakkan pada lokasi tertentu terlebih dahulu, sebelum meletakkan obyek lain yang lebih fleksibel.

2. Menentukan lokasi penerimaan dan pengeluaran barang

Lokasi penerimaan dan pengeluaran merupakan area dengan tingkat aktivitas tinggi, sehingga dapat meningkatkan aliran material dan memaksimalkan produktivitas.

3. Menetapkan sistem penyimpanan dan perlengkapannya serta *aisle* yang digunakan

Pada langkah ini akan banyak mempengaruhi pengaturan *layout* penyimpanan dan *aisle* yang diperlukan.

4. Menempatkan barang yang akan disimpan dilokasi penyimpanan

Memastikan bahwa *allowance* penyimpanan telah sesuai dengan keseluruhan barang yang akan disimpan.

5. Mengulang langkah satu sampai empat untuk pembangkitan alternatif lainnya

2.9 Metode Pengukuran Jarak Dan Waktu

Untuk mengukur jarak dan waktu perpindahan barang di gudang secara manual dapat menggunakan cara yakni:

2.9.1 Pengukuran Jarak

Terdapat berbagai macam teknik untuk menghitung jarak perpindahan dalam tata letak yaitu (Heragu, 2008):

1. *Euclidean* merupakan teknik mengukur jarak antara tiap pusat fasilitas secara garis lurus.

Dapat diilustrasikan konveyor lurus yang memotong dua buah stasiun kerja

Untuk menghitung jarak *euclidean* dapat menggunakan rumus:

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

Sumber: Heragu (2008)

Keterangan:

x_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i

y_i = Koordinat y pada pusat fasilitas i

x_j = Koordinat x pada pusat fasilitas j

y_j = Koordinat y pada pusat fasilitas j

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

2. *Rectilinear* merupakan teknik mengukur jarak sepanjang lintasan dengan menggunakan garis jalur tegak lurus. Untuk menghitung jarak *rectilinear* dapat menggunakan rumus berikut:

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

Sumber: Heragu (2008)

3. *Squared euclidean* merupakan teknik mengukur jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar jarak antara dua fasilitas yang berdekatan, Untuk menghitung jarak *squared euclidean* dapat menggunakan rumus:

$$d_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \quad (2-3)$$

Sumber: Heragu (2008)

4. *Tchebychev* yaitu ukuran jarak terbesar dua nilai. Apabila asumsinya komponen horizontal dua pusat fasilitas lebih dari komponen vertikalnya, sehingga yang menjadi jarak *tchebychev* adalah garis horizontal. Untuk menghitungnya dapat menggunakan rumus berikut:

$$d_{ij} = \max([x_i - x_j], [y_i - y_j], [z_i - z_j]) \quad (2-4)$$

Sumber: Heragu (2008)

5. *Aisle distance* merupakan jarak yang diukur berdasarkan gang yang digunakan untuk *material handling*.
6. *Adjacency* merupakan kedekatan antar departemen atau fasilitas di perusahaan.
7. *Shortest path* merupakan matriks untuk menentukan jarak antara 2 node.

2.9.2 Titik Berat Benda Homogen Dua Dimensi

Untuk mengetahui titik pusat pada suatu benda, dapat dilakukan dengan mencari titik berat dari benda tersebut. Titik berat gabungan benda homogen yang berbentuk luasan dapat ditentukan dengan persamaan (2-5) dan (2-6).

Pada sumbu X:

$$X_0 = \frac{X_1A_1 + X_2A_2 + X_3A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad (2-5)$$

Sumber: MGMP FISIKA (2015)

Pada sumbu Y:

$$Y_0 = \frac{Y_1A_1 + Y_2A_2 + Y_3A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad (2-6)$$

Sumber: MGMP FISIKA (2015)

Keterangan:

X_0 = Titik berat gabungan pada sumbu x

Y_0 = Titik berat gabungan pada sumbu y

A_1 = Luas bidang 1

A_2 = Luas bidang 2

X_1 = Titik berat bidang 1 pada sumbu x

X_2 = Titik berat bidang 2 pada sumbu x

Y_1 = Titik berat bidang 1 pada sumbu y

Y_2 = Titik berat bidang 2 pada sumbu y

2.9.3 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu dalam gudang dapat menggunakan rumus perbandingan kecepatan yaitu (Wahyono dan Fahamsyah, 2008):

$$t = \frac{s}{v} \quad (2-7)$$

Sumber: Wahyono dan Fahamsyah (2008)

Keterangan:

t = Waktu (s)

v = Kecepatan (m/s)

s = Jarak (m)

2.10 *Space Utilization Efficiency* (SUE)

Wignjosubroto (2009) mengatakan bahwa rasio SUE merupakan perbandingan dari volume ruang yang dimanfaatkan dengan total volume ruang yang tersedia. Perbandingan ini mengukur efisiensi penggunaan ruang yang tersedia dan biasanya digunakan untuk menganalisa penggunaan ruang untuk pergudangan dengan nilai maksimal 100%, semakin tinggi nilai SUE maka semakin efisien penggunaan ruang. Berikut merupakan rumus perhitungan rasio SUE:

$$\text{SUE Ratio} = \frac{\text{ruangan (m}^3\text{) yang terpakai/ termanfaatkan}}{\text{ruangan (m}^3\text{) yang tersedia dan bisa digunakan}} \quad (2-8)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2009)

2.11 *Material Handling*

Menurut Wignjosoebroto (2009), bahwa pemindahan barang mulai dari bentuk bahan mentah hingga menjadi produk jadi hampir 50%-70% dari keseluruhan proses produksi. Sistem pemindahan material adalah suatu kegiatan yang sangat penting dalam merencanakan suatu tata letak dan merupakan kegiatan yang dikelompokkan sebagai non-produktif, karena kegiatan ini tidak memberikan nilai terhadap barang yang dipindahkan.

2.11.1 Tujuan *Material Handling*

Terdapat beberapa tujuan *material handling* yaitu (Wignjosoebroto, 2009):

1. Menjaga kualitas produk, meminimasi kerusakan dan melindungi terhadap produk untuk meningkatkan kapasitas produksi
2. Mengembangkan kondisi kerja dan meningkatkan keamanan untuk mengurangi *waste*
3. Mengurangi biaya operasional dengan meningkatkan produktivitas

2.11.2 Aturan dan Prinsip Dasar Perencanaan *Material Handling*

Terdapat beberapa aturan dasar untuk merencanakan pemindahan barang yaitu (Wignjosoebroto, 2009):

1. Menyarankan agar menghindari aktivitas pemindahan barang apabila tidak begitu diharuskan
2. Proses pemindahan barang harus dipertimbangkan sebagai suatu keberlanjutan pemindahan barang dari luar produk menuju ke pabrik dan begitu juga sebaliknya.
3. Pemilihan peralatan pemindahan barang sesuai yang dibutuhkan.
4. Harus efektif dan efisien dalam menggunakan peralatan pemindahan barang.
5. Pemindahan barang membutuhkan biaya yang tidak kecil namun tidak memberikan nilai tambah pada produk yang dipindahkan.

2.12 Penentuan Lebar *Aisle*

Menurut Heragu (2008:210), pertimbangan keamanan pada sistem *material handling*, perlu dilakukan efisiensi pada alokasi ruang dalam merancang dengan menyediakan lebar lorong yang sesuai dengan peralatan *material handling* yang digunakan.

Menurut Wignjosoebroto (2009:221) terdapat beberapa fungsi *aisle* yaitu:

1. Perpindahan material
2. Gerakan perpindahan personil
3. Perpindahan produk jadi
4. Pembuangan *scrap* dan limbah
5. Pemindahan peralatan untuk produksi
6. Berperan dalam kondisi darurat seperti kebakaran

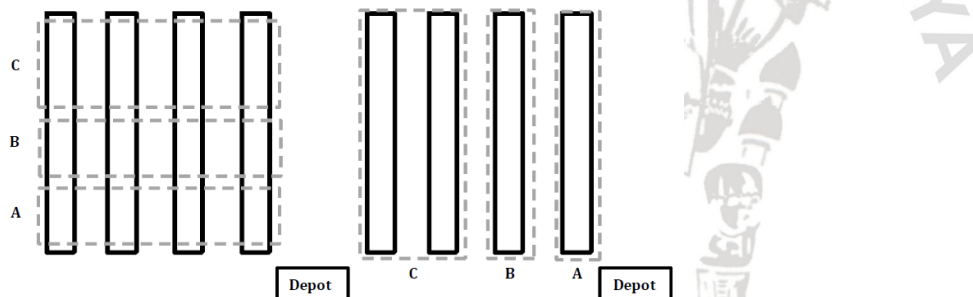
Adapun rumus untuk menghitung lebar *aisle* yaitu:

$$\text{Lebar aisle} = \sqrt{(\text{lebar hand pallet})^2 + (\text{panjang hand pallet})^2} \quad (2-9)$$

Sumber: Heragu (2008)

2.13 Aisle Storage

Terdapat beberapa kemungkinan untuk memposisikan kelas A, B, C yakni ada dua tipe *aisle* yang paling sering digunakan dalam mengimplementasikan *class based storage* yaitu *within aisle storage* dan *across aisle storage* dapat dilihat pada Gambar 2.2 (De Koster et al, 2007).



Gambar 2.2 Across aisle storage (kiri) dan within aisle storage (kanan)

2.14 Biaya Material Handling

Menurut Purnomo (2004), biaya *material handling* merupakan biaya yang timbul dari adanya aktifitas pemindahan material dari satu mesin ke mesin yang lain ataupun dari satu departemen ke departemen yang lain. Satuan yang digunakan yaitu rupiah/meter gerakan.

Dalam menganalisa biaya *material handling*, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu alat angkut yang digunakan, jarak pemindahan dan cara pengangkutannya. Terdapat rumus untuk menghitung biaya *material handling* yaitu:

$$\text{Biaya Material Handling (z)} = \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator} \quad (2-10)$$

Sumber: Purnomo (2004)

$$\text{Biaya Mesin} = \text{Biaya Perawatan} + \text{biaya Bahan Bakar} + \text{Depresiasi} \quad (2-11)$$

Sumber: Purnomo (2004)

Setelah menentukan alat angkut yang akan digunakan serta jarak yang harus ditempuh, maka dapat diketahui biaya *material handling* yaitu:

$$z = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} d_{ij} \quad (2-12)$$

Sumber: Purnomo (2004)

Sehingga biaya *material handling* tiap satuan jarak adalah:

$$c_{ij} = \frac{z}{\sum_i \sum_j f_{ij} d_{ij}} \quad (2-13)$$

Sumber: Purnomo (2004)

Keterangan:

f_{ij} = Frekuensi perpindahan antara stasiun i dan j

C_{ij} = Biaya *material handling* persatuan jarak (Rp)

D_{ij} = Jarak antara stasiun i dan j (meter)

2.15 Depresiasi

Menurut Pujawan (2009:191), depresiasi adalah penurunan nilai suatu aset yang diakibatkan oleh waktu dan pemakaian. Faktor penyebabnya yaitu:

1. Kerusakan fisik yang disebabkan pemakaian dari alat tersebut
2. Kebutuhan produksi atau jasa yang lebih besar dan terbaru
3. Penurunan kebutuhan produksi atau jasa
4. Aset tersebut menjadi usang seiring berkembangnya teknologi
5. Penemuan fasilitas yang bisa menghasilkan produk yang lebih baik dengan biaya yang lebih rendah dan tingkat keselamatan yang tinggi

Terdapat rumus perhitungan depresiasi yaitu:

$$Dt = \frac{P-S}{N} \quad (2-14)$$

Sumber: Pujawan (2009)

Dimana:

Dt = Besarnya depresiasi pada tahun ke-t (Rp)

P = Nilai awal dari investasi

S = Nilai sisa dari investasi

N = Masa pakai (umur) investasi dalam tahun

2.16 Metode *Weighted Factor Comparison*

Menurut Tompkins et al (2003:681), metode *weighted factor comparison* adalah metode yang digunakan untuk mengintegrasikan ranking. Bobot proposional pada setiap

faktor diberikan sesuai tingkat kepentingannya. Untuk nilai skor yang diberikan setiap alternatif sesuai dengan kinerja terhadap setiap faktor. Kemudian skor dikalikan dengan bobot dan hasilnya pada semua faktor dijumlahkan untuk mendapatkan total *weighted score*. Untuk hasil evaluasi setiap alternatif didapatkan dengan cara menjumlahkan skor dari semua faktor. Untuk jumlah semua bobot faktor yaitu 100 dan rating nilai yaitu antara 0-10.



BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara atau prosedur beserta tahapan yang jelas dan disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Penelitian ini harus mempunyai tujuan dan arah yang jelas. Adapun dalam bab ini terdapat metode penelitian, tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, langkah-langkah penelitian, dan diagram alir penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang digunakan untuk mengetahui keadaan objek yang akan diteliti dengan menggambarkan keadaan objek yang diteliti tersebut (Sugiyono, 2013). Penelitian deskriptif menggambarkan sejumlah data yang kemudian dianalisis berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung dan selanjutnya mencoba untuk memberi pemecahan masalah yang ada supaya memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PR. Jaya Makmur yang berlokasi di Jl. Probolinggo No. 162, Kelurahan Penarukan, Kecamatan Kepanjen, Malang, Jawa Timur. Sedangkan waktu pelaksanaannya dimulai pada Januari 2018 sampai November 2018.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini membutuhkan langkah-langkah yang sistematis. Langkah-langkah penelitian ini terdiri dari pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis dan pembahasan.

3.3.1 Tahap Pendahuluan

Pada tahapan pendahuluan penelitian ini adalah:

1. Studi Lapangan

Pada tahap studi lapangan ini dilakukan observasi, yang mana peneliti datang secara langsung ketempat yaitu ke PR. Jaya Makmur dengan tujuan untuk mengamati dan mengidentifikasi kondisi yang ada di tempat tersebut.

2. Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk mencari informasi yang mendukung dilaksanakannya penelitian ini. Sumber yang digunakan dapat berasal dari jurnal, internet, *textbook*, laporan penelitian terdahulu, serta sumber lainnya yang berhubungan dengan penelitian.

3. Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan tahap awal untuk mengetahui dan memahami sebuah permasalahan agar dapat memberikan jalan keluar dari permasalahan yang ada di gudang produk jadi pada PR. Jaya Makmur.

4. Perumusan Masalah

Pada tahapan ini peneliti harus merumuskan masalah-masalah apa saja yang akan diteliti.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Tahap ini dimaksudkan agar peneliti terfokus pada permasalahan yang akan diteliti, dan penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan juga tidak menyimpang dari permasalahan yang ada. Untuk mengukur keberhasilan dari penelitian yang dilakukan.

6. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama waktu pelaksanaan observasi lapangan di gudang produk jadi di PR Jaya Makmur. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

a. Data primer

Data yang diperoleh secara langsung dari obyek penelitian pada saat penelitian dilaksanakan. Adapun data primer yang diambil untuk penelitian ini yaitu:

- 1) Sistem dan alur penyimpanan dan pengambilan produk jadi di gudang
- 2) Jenis rokok yang disimpan di gudang produk jadi
- 3) Kapasitas penyimpanan material
- 4) *Material handling* yang digunakan

b. Data sekunder

Data yang telah tersedia oleh pihak perusahaan. Adapun data sekunder yang digunakan untuk penelitian ini yaitu:

- 1) Profil Perusahaan
- 2) Dimensi Gudang produk jadi pada PR Jaya Makmur yang baru
- 3) Jumlah produk yang keluar dan masuk gudang
- 4) Dimensi rokok yang disimpan di gudang produk jadi

7. Tahap Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan, kemudian data tersebut akan diolah dan dilakukan analisis.

Adapun langkah-langkahnya yaitu:

- a. Pengolahan data *layout* awal
 - 1) Perhitungan frekuensi perpindahan produk
 - 2) Perhitungan jumlah tempat penyimpanan
 - 3) Perhitungan jarak perpindahan
- b. Pengolahan data kebutuhan rak
 - 1) Penentuan jenis rak yang akan digunakan
 - 2) Pembentukan lokasi penyimpanan berdasarkan rasio aktivitas
 - 3) Perhitungan jumlah rak penyimpanan
 - 4) Penentuan biaya pengadaan rak penyimpanan
- c. Pengolahan data *layout* usulan
 - 1) Pengurutan aktivitas perjalanan dan pembentukan kelas dengan metode ABC dan FSN
 - 2) Penentuan luas penyimpanan yang dibutuhkan
 - 3) Perancangan alternatif *layout* dengan menghitung utilitas ruang berdasarkan ruang yang terpakai dan ruang yang tersedia. Kemudian menentukan bentuk dan ukuran *aisle* berdasarkan *material handling* yang digunakan dan tipe rak
 - 4) Perhitungan utilitas dan total jarak perpindahan dari setiap alternatif
- d. Pengolahan data perhitungan waktu dan biaya *layout* awal
 - 1) Perhitungan waktu setiap aktivitas dengan menggunakan *stopwatch*
 - 2) Perhitungan waktu rata-rata seluruh proses pergudangan
 - 3) Perhitungan biaya yang dikeluarkan
- e. Pengolahan data perhitungan waktu dan biaya *layout* usulan
 - 1) Perhitungan kecepatan forklift menggunakan spesifikasi *forklift*
 - 2) Perhitungan waktu rata-rata seluruh proses pergudangan
 - 3) Perhitungan biaya yang dikeluarkan

8. Tahap Pemilihan Alternatif *Layout*

Setelah dibuat beberapa alternatif *layout* kemudian akan dilakukan pemilihan *layout* yang optimal dengan menggunakan metode *weighted factor comparison*.

9. Tahap Analisis dan Pembahasan

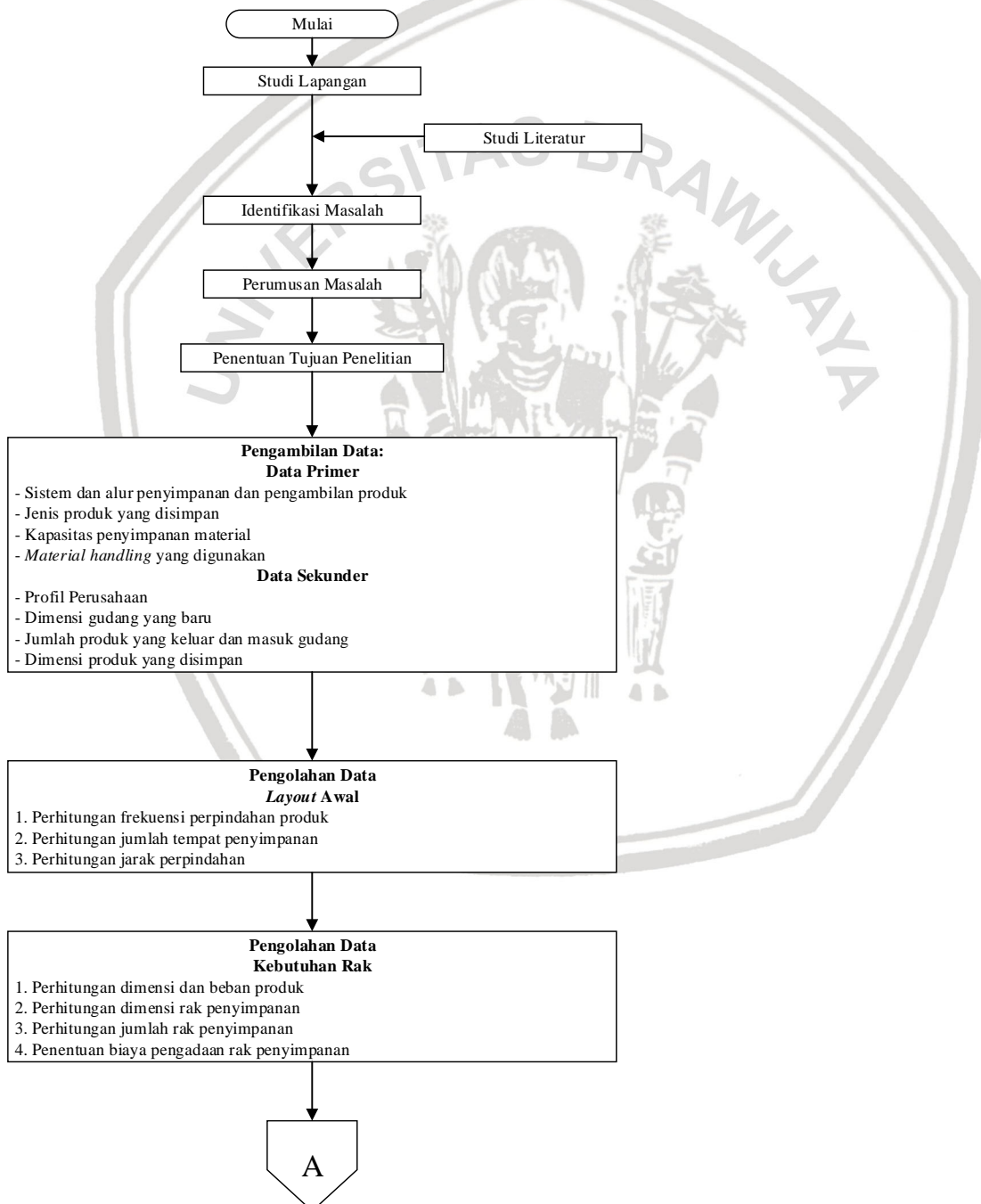
Pada tahap ini berkaitan dengan hasil alternatif *layout* yang terpilih, dan kemudian akan diusulkan sebagai rancangan perbaikan tata letak gudang poduk jadi pada PR Jaya Makmur.

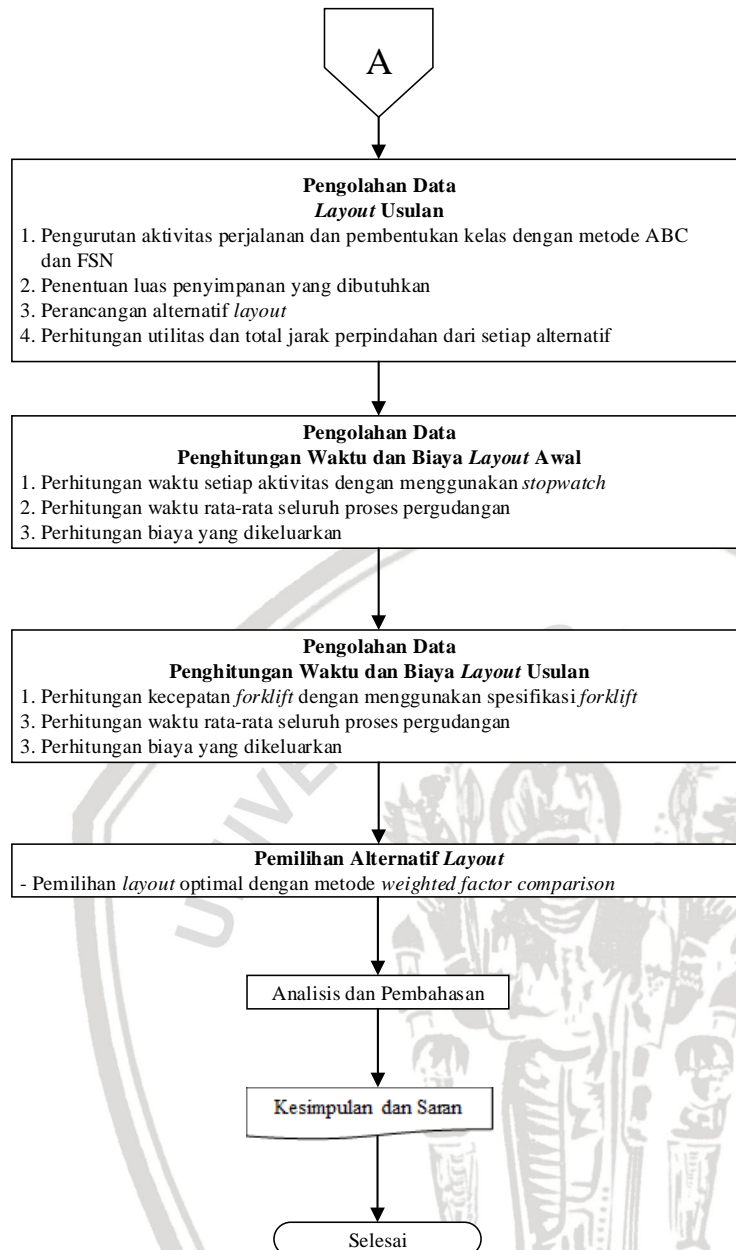
10. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan langkah akhir dari proses penelitian. Kesimpulan berisi ringkasan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisis yang menjawab dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Sedangkan saran berisi tentang masukan kepada berbagai pihak dalam menindaklanjuti penelitian ini dikemudian hari.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini digambarkan pada diagram alir penelitian yang dijelaskan pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pengumpulan dan pengolahan data juga pembahasannya, sehingga didapatkan hasil yang akan menjawab tujuan dari penelitian.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada bagian ini menjelaskan mengenai gambaran umum PR. Jaya Makmur yang meliputi sejarah perusahaan, visi misi, dan struktur organisasi.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Tahun 1967 terdapat seorang putra pribumi bernama Saman Hoedi (Almarhum) untuk membantu masyarakat sekitar dalam pemenuhan sandang pangan serta lapangan pekerjaan, beliau mendirikan perusahaan rokok Bintang Sayap Insan dengan jenis rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) saja dengan merek rokok INSAN, yang dapat mempekerjakan kurang lebih 125 orang yang berasal dari penduduk sekitar. Seiring dengan kebutuhan pasar yang semakin meningkat pada dekade 1980 an, maka Saman Hoedi mulai mempersiapkan penerus perusahaan ini kepada putra sulungnya yang bernama Ali Kosin, sepuluh tahun kemudian tepatnya pada tahun 1992 perusahaan ini mengalami perkembangan pesat sehingga mampu mendirikan 2 anak perusahaan rokok yang bernama PR. Jaya Makmur dengan direktur utamanya adalah H.Ali Kosin, SE dan PR. Putra Jaya dengan direktur utamanya adalah H.Ali Usman, SE.

Pengolahan manajemen pun mulai dikelola secara profesional pula, dibawah manajemen Gudang Baru perusahaan ini selalu berusaha menggali kemampuan untuk menciptakan hasil karya seni rokok becita rasa tinggi dengan harga terjangkau, beberapa merk rokok nya adalah Gudang Baru Internasional, Gudang Baru Putih maka dengan kemurahan Tuhan Yang Maha ESA empat tahun kemudian, pada tahun 1995 perusahaan ini mulai memproduksi jenis rokok Sigaret Kretek Mesin (SKM) dan mulai memperluas distribusi rokok ke seluruh wilayah Indonesia dan ekspor ke luar negeri. Seiring dengan berjalannya waktu telah banyak kontribusi yang diberikan perusahaan terhadap pendapatan negara dalam hal pembayaran pita cukai dan pembayaran pajak serta membuka lapangan kerja bagi putra putri Indonesia, sekarang dengan jumlah karyawan lebih dari 2.583 orang,

kami siap bersaing dengan perusahaan–perusahaan rokok di Indonesia dengan slogan “*Low Profil High Perfomance*”.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

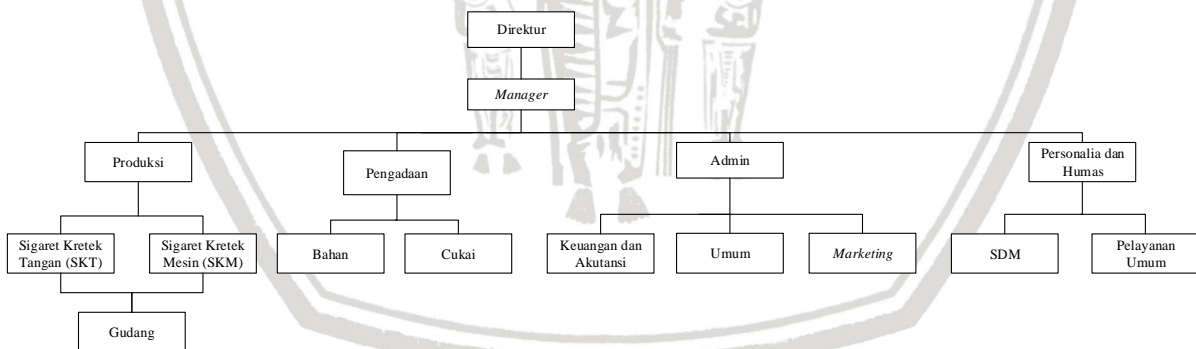
Visi PR. Jaya Makmur adalah menjadi perusahaan yang mempunyai keunggulan bersaing dengan mengutamakan kualitas produk sehingga dapat diterima di seluruh Indonesia.

Misi PR. Jaya Makmur adalah:

1. Senantiasa menjaga kualitas produk yang dapat memuaskan keinginan konsumen
2. Pemberdayaan tenaga kerja warga sekitar dalam penyediaan lapangan kerja untuk kesejahteraan karyawan dan perusahaan
3. Memperluas pemasaran
4. Mewujudkan terbentuknya perusahaan yang kokoh, efektif, dan efisien untuk kesejahteraan bersama

4.1.3 Struktur Organisasi

Perusahaan Rokok Jaya Makmur merupakan organisasi berbentuk lini, pada organisasi lini perintah dari direktur disampaikan kepada bawahan, dan bawahan memiliki tanggung jawab kepada atasan. Bagan struktur organisasi PR. Jaya Makmur ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi PR. Jaya Makmur

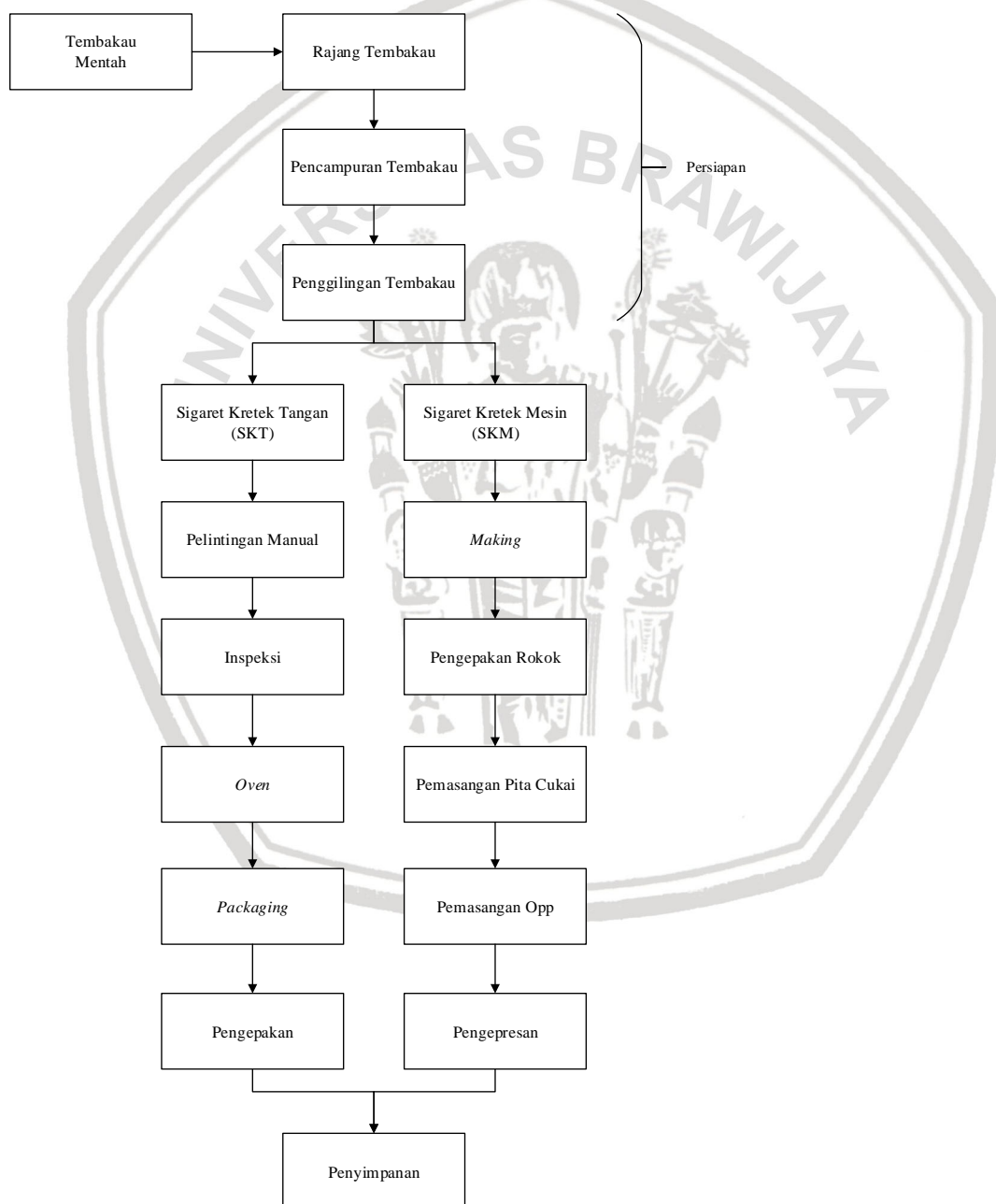
Sumber: PR. Jaya Makmur Malang (2017)

Perusahaan dipimpin oleh seorang direktur yang dibantu oleh seorang manager. Manajer ini memimpin 3 bagian yaitu bagian produksi, pengadaan, admin, personalia dan humas. Pada bagian produksi membawahi sub-bagian Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM) dan membawahi bagian gudang, untuk bagian pengadaan membawahi sub-bagian bahan dan cukai, sedangkan pada bagian admin membawahi sub-bagian

keuangan dan akuntansi, umum, dan marketing. Selanjutnya pada bagian personalia dan humas membawahi sub-bagian SDM dan Pelayanan Umum.

4.1.4 Proses Produksi

PR. Jaya Makmur memproduksi 2 jenis rokok utama yaitu Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM). Rokok SKT dan SKM memiliki proses produksi yang berbeda, SKT diproduksi secara manual dengan melibatkan banyak pekerja manusia dalam proses pelinting dan *packaging* rokok, sedangkan untuk SKM diproduksi menggunakan mesin mulai dari *making* hingga produk jadi terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proses produksi rokok di PR. Jaya Makmur
Sumber: PR. Jaya Makmur Malang (2017)

Berikut ini merupakan penjelasan proses produksi rokok SKT dan SKM.

1. Tahap Persiapan

a. Rajang tembakau

Pada tahap ini, tembakau mentah akan dirajang atau dipotong dengan ukuran yang telah ditentukan menurut spesifikasi perusahaan. Tembakau dirajang pada kumpulan mesin *preprimary*. Proses perajangan tembakau dilakukan 6 kali dengan kapasitas volume 2 ton setiap perajangan.

b. Pencampuran tembakau

Proses selanjutnya, tembakau dicampur dengan berbagai bahan lain seperti cengkeh, saus, gula dan bahan yang lain. Bahan racikan ini merupakan rahasia setiap perusahaan, karena cita rasa rokok yang dihasilkan sangat tergantung pada racikan bahan-bahan ini.

c. Penggilingan tembakau

Penggilingan tembakau dilakukan untuk menghaluskan bahan-bahan campuran (Tembakau Siap Campur) menjadi bahan campuran yang lebih kecil untuk kemudian dapat diproses pada proses pelintingan secara manual maupun menggunakan mesin.

2. Tahap Pengerjaan

a. Sigaret Kretek Tangan (SKT)

1) Pelintingan rokok

Setelah proses Tembakau Siap Giling (TSG) selesai, tembakau tersebut kemudian dilanjutkan pada proses pelintingan manual untuk jenis rokok SKT. Rokok digiling dengan menggunakan alat gilingan rokok sederhana, yang terbuat dari kayu dan dibungkus menggunakan ambri dan lem. Dalam menjaga kualitas rokok yang dihasilkan, setiap pekerja pelintingan rokok selalu memeriksa setiap rokok yang dihasilkan, apabila rokok tidak memenuhi standar dari perusahaan, maka rokok akan langsung dibongkar agar tembakau bisa digunakan kembali.

2) Inspeksi

Setelah proses pelintingan rokok selesai, setiap rokok yang dihasilkan oleh pekerja pelintingan rokok kemudian dikumpulkan dibagian inspeksi untuk kemudian dilakukan pemeriksaan kualitas lebih lanjut oleh bagian *Quality Control* (QC). Proses inspeksi dilakukan dengan mengambil 100 batang sampel rokok, dengan pemeriksaan kualitas berdasarkan berat batang rokok per

10 batang serta pemeriksaan kualitas berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan perusahaan.

3) Pemanasan (*oven*)

Pada tahap selanjutnya, rokok yang telah melalui proses inspeksi akan dipanaskan dengan mesin oven selama kurang lebih 2 jam agar dapat meningkatkan cita rasa rokok, serta memadatkan rokok pada batas tertentu.

4) *Packaging*

Proses selanjutnya adalah *packaging* rokok. Rokok SKT dibungkus dalam 1 bungkus dengan isi 12 batang rokok. Proses *packaging* dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga kerja manusia dan alat *packaging* sederhana.

5) Pengepakan

Tahap selanjutnya adalah pengepakan rokok dengan isi 10 bungkus rokok. Proses pengepakan dilakukan agar nantinya produk lebih mudah dipasarkan dan ditribusikan ke wilayah-wilayah pemasaran rokok “Gudang baru”. Penyimpanan produk akhir dalam bentuk karton yang terdiri dari 6 bal dengan setiap bal berisi 20 pres.

b. Sigaret Kretek Mesin (SKM)

1) *Making*

Setelah proses Tembakau Siap Giling (TSG) selesai, tembakau tersebut kemudian dilanjutkan pada proses *making* dengan menggunakan mesin *Maker Protos 80C* dalam Gambar 4.3 dan mesin Hauni Reguler. Mesin ini mampu memproduksi lebih dari 4000 batang rokok per menit.



Gambar 4.3 Mesin maker

Sumber: PR Jaya Makmur Malang (2017)

2) Pengepakan Rokok

Rokok batangan yang telah jadi, kemudian akan dikemas kedalam pembungkus dengan menggunakan mesin *hold limited packing*. Bahan yang digunakan untuk membungkus rokok batangan adalah:

- a) *Foil* yaitu pembungkus dalam rokok yang berwarna silver.
- b) *Inerframe* yaitu pembungkus luar *foil*.
- c) Etiket yaitu pembungkus paling luar rokok filter.

3) Pemasangan pita cukai

Setelah rokok batangan sudah dikemas dalam kemasan *pack*, maka diberi pita cukai menggunakan mesin *stemper* yang tertera pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Mesin *stemper*

Sumber: PR. Jaya Makmur Malang (2017)

4) Proses pemasangan OPP plastik dan *tear tape* pada rokok yang telah di *pack*.

5) Pengepresan

Setelah melalui mesin *wrapper*, maka rokok dalam bentuk *pack* akan dikemas lagi dalam bentuk pres. 1 pres terdiri dari 10 *pack*.

6) Pengebalan

Proses selanjutnya yaitu pengebalan tertera pada Gambar 4.5, yang mana setiap 1 bal terdiri dari 20 pres rokok. Kemudian dikemas lagi dalam bentuk karton, setiap karton terdiri dari 6 bal rokok.



Gambar 4.5 Proses pengebalan

Sumber: Dokumen pribadi

3. Penyimpanan Produk Jadi

Produk akhir kemudian disimpan ke dalam gudang barang jadi sebelum dijual ada pada Gambar 4.6. Produk yang disimpan dalam gudang dalam bentuk karton. Pemandahan produk dari rantai produksi menuju gudang menggunakan *forklift*.



Gambar 4.6 Gudang produk jadi
Sumber: PR. Jaya Makmur Malang (2017)

4.2 Pengambilan Data

Pada sub-bab ini merupakan tahapan pengumpulan data yang digunakan pada penelitian untuk menganalisis permasalahan yang akan diselesaikan

4.2.1 Jenis Produk

Produk yang disimpan di gudang PR. Jaya Makmur yaitu rokok jenis Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM) dalam bentuk karton, adapun merk-merk setiap rokok yang disimpan dan beserta dimensi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1

Jenis Produk Rokok yang dihasilkan PR. Jaya Makmur

No	Jenis Produk	Dimensi Karton (cm)		
		Panjang	Lebar	Tinggi
1	Gudang Baru Internasional 16	56,1	34,8	38,5
2	Gudang Baru Premium 12	52,4	38,3	36,2
3	Gudang Baru Putih 12	52,4	38,3	36,2
4	Gudang Baru Putih 16	56,1	34,8	38,5
5	V8 Kuning 12	53,6	37	40
6	V8 Master Piece 12	55,3	36	37
7	168 12	54,1	35,5	37,2
8	Gudang Baru Merah 12	53,5	36,1	34,8
9	Gudang Baru Kuning 12	54	36,7	37

4.2.2 Sistem Penyimpanan dan Pengeluaran Barang di Gudang Produk Jadi

Sistem penyimpanan produk jadi pada PR. Jaya Makmur yaitu produk jadi yang dihasilkan dari rantai produksi kemudian diantarkan dengan menggunakan *forklift* menuju kedepan

gudang. Kemudian bagian admin gudang akan mencatat jenis serta jumlah produk yang datang. Setelah melakukan pencatatan, kemudian barang dimasukkan kedalam gudang dengan mengangkat secara manual setiap kartonnya, dan diletakkan kebagian gudang yang kosong. Data yang dicatat kemudian dilaporkan kepada kepala produksi.

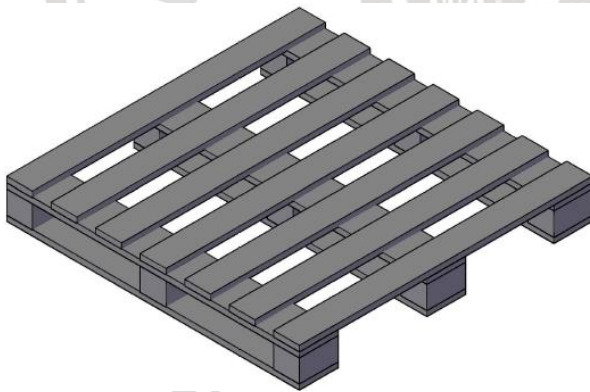
Untuk sistem pengeluaran, bagian marketing akan memberikan jumlah dan jenis produk yang akan dikirimkan kepada bagian produksi yang kemudian disampaikan kepada admin gudang. Kemudian bagian gudang akan mengambil barang yang dipesan dan memasukkan kedalam truk kontainer untuk kemudian dikirim ke distributor.

4.2.3 Peralatan *Material Handling*

Peralatan yang akan digunakan pada proses *material handling* digudang produk jadi di PR. Jaya Makmur adalah:

1. *Pallet*

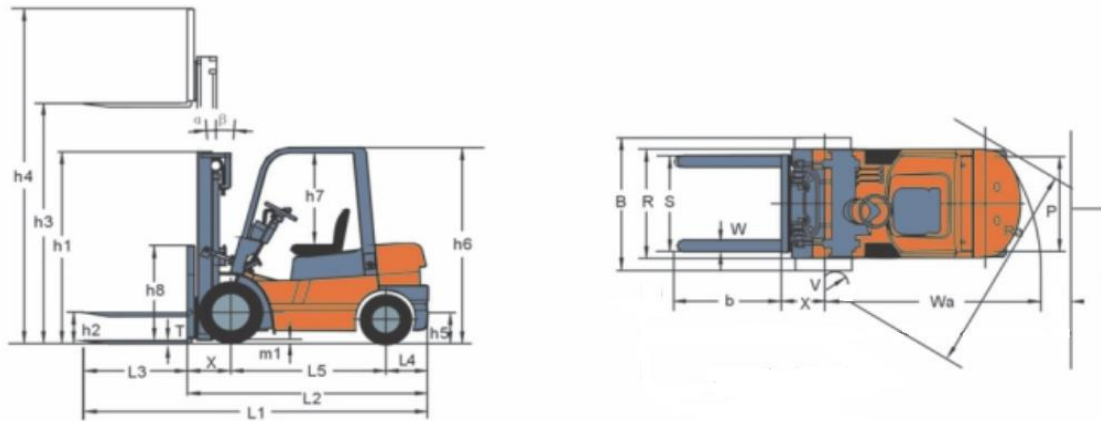
Pallet dalam Gambar 4.7 merupakan alas yang digunakan untuk meletakkan produk jadi, juga dapat berfungsi sebagai alat yang memudahkan peralatan *material handling* untuk melakukan pengangkatan produk jadi. *Pallet* yang digunakan terbuat dari kayu dengan ukuran $115 \times 115 \times 15 \text{ cm}^3$, mampu menahan beban hingga 1000 kg.



Gambar 4.7 *Pallet* yang digunakan

2. *Forklift*

Forklift bomac pada Gambar 4.8 berfungsi untuk melakukan pemindahan barang menuju gudang dan memasukkan barang dari gudang menuju truk untuk kemudian dilakukan pengiriman.



Gambar 4.8 Forklift bomac

Forklift yang digunakan yaitu merk *bomac* dengan kapasitas beban yaitu 1000 kg, menggunakan mesin *diesel* dengan bahan bakar solar. Untuk spesifikasi *forklift* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Spesifikasi Forklift

NO	Size		
1	Overall Max Lifting Height (with backrest)	h4	4030 mm
2	Max. Lifting Height	h3	3000 mm
3	Height Mast Rectared (Upright)	h1	1995 mm
4	Free Lift Height	h2	152 mm
5	Backstreet Height (From Upper Face of Forks)	h8	1008 mm
6	Overhead Guard Clearance (From Face of Seat)	h7	1025
7	Overall Height (Overhead Guard)	h6	2070 mm
8	Overall Length (Without Forks)	(L1/L2)	2941 / 2171 mm
9	Front Overhang	X	418 mm
10	Rear Overhang	L4	350 mm
11	Wheel Base	L5	1400 mm
12	Coupler Height	h5	250 mm
13	Min. Ground Clearance Under Mast	m1	110 mm
14	Overall Width	B	1070 mm
15	Lateral Fork Adjustment (Outside of Fork)	R	950 / 200 mm
16	Tread (Front / Rear)	(S / P)	890 / 920 mm
17	Inside Turning Radius	V	110 mm
18	Outside Turning Radius	Wa	1880 mm
19	Min. Intersecting Aisle	Ra	1977 mm
20	Fork Size	a x b x c	770 x 100 x 32
Performance			
21	Max. Traveing Speeds (Laden/Unladen)	Km/h	13.5/14.5
22	Lifting Speeds (Laden/Unladen)	mm/s	590/650
23	Lowering Speeds (Laden/Unladen)	mm/s	450/550
24	Max. Draw-Bar Pull (Laden/Unladen)	kN	18/7
25	Max. Negotiabe Gradient (Laden/Unladen)	%	≥20

Spesifikasi *forklift* diatas kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan waktu perpindahan, lebar *aisle* yang digunakan dalam gudang.

4.2.4 Data Rata-Rata Produk Jadi Masuk dan Keluar Gudang

Banyaknya produk jadi yang masuk dan keluar gudang diperlukan untuk mengetahui frekuensi perpindahan barang, jarak dan waktu yang dibutuhkan pada proses *material handling*. Data yang digunakan yaitu pada periode Mei 2017 – April 2018.

Tabel 4.3

Data Rata-rata Produk Jadi Masuk dan Keluar

NO	Nama Produk	Masuk (Pallet)	Keluar (Pallet)	Total
1	Gudang Baru Internasional 16	480	478	958
2	Gudang Baru Premium 12	360	358	718
3	Gudang Baru Putih 12	285	283	568
4	Gudang Baru Putih 16	245	243	488
5	V8 Kuning 12	53	50	103
6	V8 Master Piece 12	38	36	74
7	168 12	33	31	64
8	Gudang Baru Merah 12	28	27	55
9	Gudang Baru Kuning 12	26	24	50

Sumber: PR. Jaya Makmur (2018)

Produk yang memiliki jumlah masuk atau keluar terbesar adalah Gudang Baru Internasional 16, sedangkan yang memiliki jumlah masuk atau keluar terkecil adalah Gudang Baru Kuning 12. Data keluar masuk produk tertera pada Lampiran 2.

4.2.5 Data Permintaan Produk

Data permintaan rokok pada PR.Jaya Makmur selama satu tahun yaitu mulai dari bulan Mei 2017 – April 2018. Data permintaan produk dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Data Permintaan Produk Mei 2017 – April 2018

Nama Produk	Jumlah Permintaan (karton)
Gudang Baru Internasional 16	180.960
Gudang Baru Premium 12	145.080
Gudang Baru Putih 12	91.416
Gudang Baru Putih 16	104.520
V8 Kuning 12	15.600
V8 Master Piece 12	11.544
168 12	10.296
Gudang Baru Merah 12	9.048
Gudang Baru Kuning 12	7.800

4.2.6 Data Harga Produk

PR. Jaya Makmur saat ini menghasilkan 9 merk produk rokok. Untuk harga setiap merk rokok dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5

Data Harga Produk

Nama Produk	Harga Perkarton
Gudang Baru Internasional 16	Rp. 15.000.000

Nama Produk	Harga Perkarton
Gudang Baru Premium 12	Rp. 10.680.000
Gudang Baru Putih 12	Rp. 10.560.000
Gudang Baru Putih 16	Rp. 13.440.000
V8 Kuning 12	Rp. 6.840.000
V8 Master Piece 12	Rp. 7.200.000
168 12	Rp. 6.960.000
Gudang Baru Merah 12	Rp. 7.200.000
Gudang Baru Kuning 12	Rp. 7.200.000

Sumber: PR. Jaya Makmur (2018)

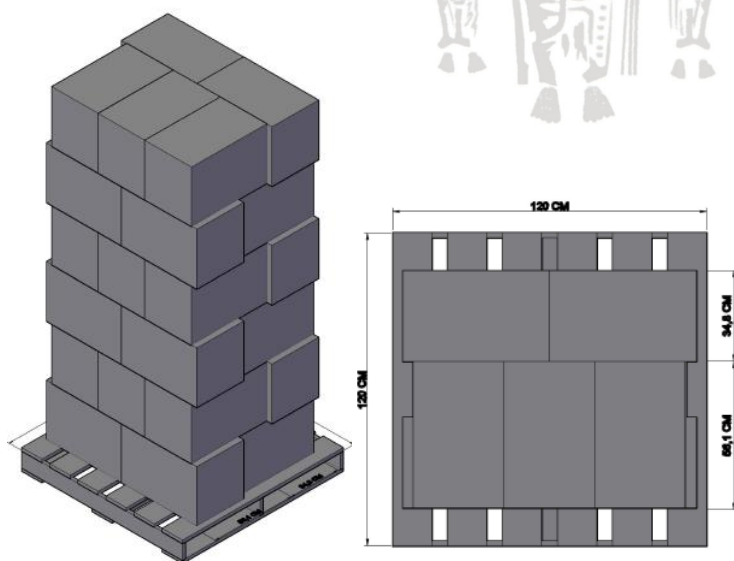
Dari Tabel 4.5 dapat diketahui harga produk rokok setiap karton (per Mei 2017 - April 2018). Produk yang memiliki harga tertinggi yaitu Gudang Baru Internasional 16, dan untuk produk yang memiliki harga terendah yaitu 168.

4.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengolahan data menggunakan data-data yang ditelah dikumpulkan sebelumnya. Pada tahapan pengolahan data ini memiliki beberapa tahapan yaitu mengenai *layout* awal, kebutuhan rak, *layout* usulan, perhitungan waktu dan biaya baik *layout* awal maupun *layout* usulan.

4.3.1 Layout Awal Gudang Produk Jadi

Gudang produk jadi pada PR. Jaya Makmur memiliki ukuran 18 m x 22 m atau memiliki luas sebesar 396 m². Gudang ini menyimpan 9 merk rokok yang semua disimpan dalam bentuk karton dan ditumpuk diatas *pallet*. Setiap *pallet* berisikan 6 tumpukan karton. Penyusunan *pallet* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Penyusunan produk jadi pada *pallet*

Pada Gambar 4.9 merupakan contoh penyusunan produk rokok Gudang Baru Internasional 16 di atas *pallet*, setiap *pallet* terdiri dari 6 tumpukan atau terdiri dari 30 karton. Untuk *layout* awal gudang dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Layout awal gudang produk Jadi PR. Jaya Makmur

Berikut merupakan perhitungan utilitas ruang:

$$\text{Space Utilization Efficiency (SUE)} = \frac{\text{ruangan (m}^3\text{) yang terpakai/termanfaatkan}}{\text{ruangan (m}^3\text{) yang tersedia dan bisa digunakan}}$$

Sumber: Wignojosoebroto, 2009

Perhitungan ruangan yang terpakai dengan menghitung volume seluruh karton dan *pallet* yang tersimpan dalam gudang. Perhitungan volume seluruh karton dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6
Perhitungan Volume Karton

Nama Produk	Volume perkarton (cm ³)	Volume perkarton (m ³)	Volume per <i>pallet</i> (m ³)	Jumlah <i>pallet</i>	Volume total (m ³)
Gudang Baru Internasional 16	75.162,78	0,07516278	2,254883	24	54,1172
Gudang Baru Premium 12	72.650,5	0,0726505	2,179515	21	45,76982
Gudang Baru Putih 12	72.650,5	0,0726505	2,179515	25	54,48788
Gudang Baru Putih 16	75.162,78	0,07516278	2,254883	21	47,35255
V8 Kuning 12	79.328	0,079328	2,37984	12	28,55808
V8 Master Piece 12	73.659,6	0,0736596	2,209788	9	19,88809
168 12	71.444,46	0,07144446	2,143334	8	17,14667
Gudang Baru Merah 12	67.210,98	0,06721098	2,016329	6	12,09798
Gudang Baru Kuning 12	73.326,6	0,0733266	2,199798	6	13,19879
Total				132	292,6

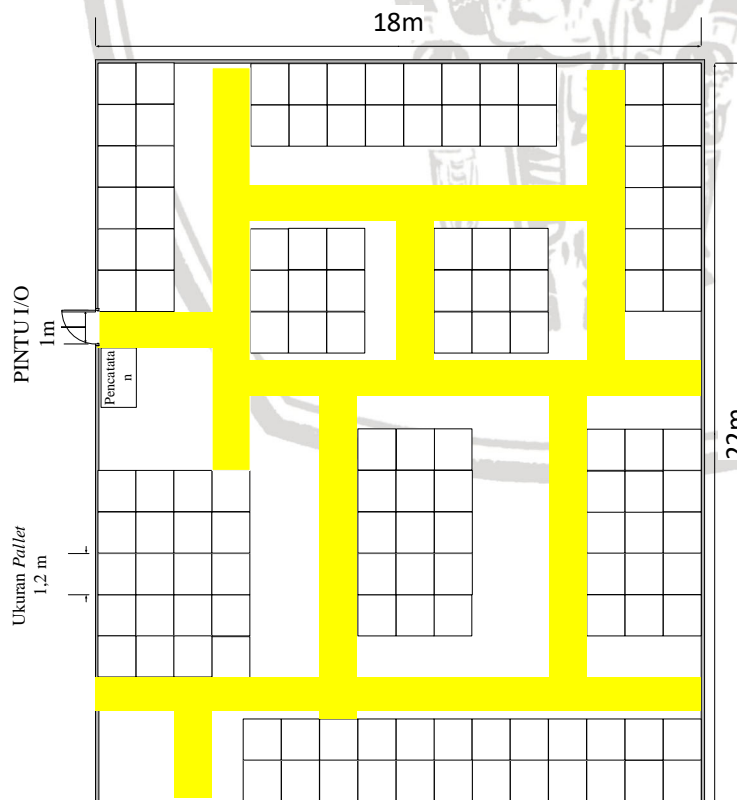
$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan volume } \textit{pallet} \text{ yang digunakan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 1,2 \times 1,2 \times 0,15 \\
 &= 0,198375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan total volume } \textit{pallet} \text{ yang digunakan} &= 132 \times 0,198375 \\
 &= 26,1855
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan volume ruangan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 22 \text{ m} \times 18 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\
 &= 1584 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Aisle yang digunakan memiliki lebar 1,6 meter seperti pada Gambar 4.11, lebar ini sudah disesuaikan dengan pekerja yang bertugas mengangkat barang agar tidak bertabrakan saat ada pekerja yang mengangkat barang dari arah yang berlawanan dan untuk panjangnya mengikuti lintasan yang tersedia, sedangkan untuk *aisle* bagian atas diberi jarak 1,2 meter dari atap, hal ini dikarenakan pemindahan barang masih menggunakan tenaga manusia, sehingga tinggi jangkauan maksimal yang mampu dicapai oleh pekerja..

$$\begin{aligned}
 \textit{Aisle} \text{ yang digunakan} &= [(1,6 \times 18) + (1,6 \times 18) + (1,6 \times 13,6) + (1,6 \times 2,4) + (1,6 \times 9,6) \\
 &\quad + (8,4 \times 1,6) + (3,6 \times 1,6) + (8,4 \times 1,6) + (7,2 \times 1,6)] \times 2,4 + (22 \\
 &\quad \times 18 \times 1,2) \\
 &= 817,728 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



Gambar 4.11 *Aisle* yang digunakan pada *layout* awal

Setelah mengetahui volume karton yang disimpan dan volume ruangan, selanjutnya menghitung nilai SUE sebagai berikut.

$$SUE = \frac{\text{ruangan yang terpakai}}{\text{ruangan yang tersedia}}$$

$$SUE = \frac{292,6 + 26,1855 + 817,728 \text{ m}^3}{1584 \text{ m}^3}$$

$$SUE = 71,74 \%$$

Sesuai dengan perhitungan tersebut menunjukkan bahwa utilitas ruang pada *layout* awal adalah 71,74 %.

4.3.2 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Tempat Penyimpanan

Untuk menghitung jumlah kebutuhan tempat penyimpanan didapatkan dari data terbesar jumlah persediaan produk jadi yang berada dalam gudang disetiap harinya yang tertera pada Lampiran 1. Adapun hasil perhitungan kebutuhan tempat penyimpanan pada setiap jenis produk jadi yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7
Kebutuhan Tempat Penyimpanan Tiap Produk

No	Nama Produk	Jumlah Maksimal Persediaan Produk (<i>pallet</i>)	Kebutuhan Tempat Penyimpanan (<i>pallet</i>)
1	Gudang Baru Internasional 16	28	28
2	Gudang Baru Premium 12	24	24
3	Gudang Baru Putih 16	21	21
4	Gudang Baru Putih 12	27	27
5	V8 Kuning 12	10	10
6	V8 Master Piece 12	8	8
7	168 12	7	7
8	Gudang Baru Merah 12	6	6
9	Gudang Baru Kuning 12	5	5
TOTAL			136

Dapat diketahui bahwa kebutuhan tempat penyimpanan pada gudang produk jadi yaitu 136 *pallet*.

4.3.3 Perhitungan Jarak Perpindahan Produk *Layout* Awal

Pada perhitungan jarak perpindahan produk jadi pada *layout* awal didahului dengan menentukan titik kordinat pada setiap produk, kemudian menghitung jarak antara setiap produk dengan pintu gudang yang berada pada kordinat (0;14,3) yang kemudian dilanjutkan dengan mengalikan dengan frekuensi keluar masuk. Contoh perhitungan jarak pada produk Gudang Baru Internasional 16.

Tabel 4.8
Kordinat setiap Produk

Nama Produk	Kordinat	
	X	Y
Gudang Baru Internasional 16	10,8	1,2
Gudang Baru Premium 12	16,46	11,71
Gudang Baru Putih 12	2,184	7,752
Gudang Baru Putih 16	9	9,628
V8 Kuning 12	3,05	20,2
V8 Master Piece 12	9,86	20,86
168 12	15,9	20,35
Gudang Baru Merah 12	11,4	16
Gudang Baru Kuning 12	6,6	16

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan jarak} &= |10,8-0| + |1,2-14,3| \\
 &= 10,8 + 13,1 \\
 &= 23,9
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan jarak pada produk yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9
Jarak dari Tempat Penyimpanan ke Pintu I/O Point

Nama Produk	Jarak ke I/O point (m)
Gudang Baru Internasional 16	23,9
Gudang Baru Premium 12	19,05
Gudang Baru Putih 12	8,732
Gudang Baru Putih 16	13,672
V8 Kuning 12	8,95
V8 Master Piece 12	16,42
168 12	21,95
Gudang Baru Merah 12	13,1
Gudang Baru Kuning 12	8,3

Untuk mendapatkan jarak total perpindahan produk jadi yaitu dengan cara mengalikan total keluar masuk barang ke gudang dengan jarak antara blok penyimpanan dengan pintu I/O. Berikut merupakan contoh perhitungan jarak perpindahan produk jadi Gudang Baru Internasional 16.

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak} &= (\text{Total Produk Keluar Masuk} \times \text{Jarak dari I/O point}) \\
 &= (958 \times 23,9) \\
 &= 22.896,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa jarak perpindahan rata-rata setiap bulan produk Gudang Baru Internasional 16 yaitu sebesar 22.896,2 m. Untuk hasil perhitungan jarak perpindahan semua produk jadi dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10
Perhitungan Total Jarak pada Layout Awal

Nama Produk	Total Keluar Masuk	Jarak ke I/O point (m)	Total Jarak (m)
Gudang Baru Internasional 16	958	23,9	22896,2

Nama Produk	Total Keluar Masuk	Jarak ke I/O <i>point</i> (m)	Total Jarak (m)
Gudang Baru Premium 12	718	19,05	13677,9
Gudang Baru Putih 12	568	8,732	4959,776
Gudang Baru Putih 16	488	13,672	6671,936
V8 Kuning 12	103	8,95	921,85
V8 Master Piece 12	74	16,42	1215,08
168 12	64	21,95	1404,8
Gudang Baru Merah 12	55	13,1	720,5
Gudang Baru Kuning 12	50	8,3	415
Total	3054	134,074	52.883,04

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa total jarak perpindahan produk jadi pada *layout* awal yaitu sebesar 52.883,04 m setiap bulannya, dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak yang ditempuh setiap bulannya yaitu 105.766,1 m. Dalam satu tahun total jarak perpindahan produk jadi yaitu sebesar 105.766,1 m x 12 bulan = 1.269.193 m.

4.3.4 Perhitungan Kebutuhan Rak

Sistem penyimpanan produk pada gudang produk jadi di PR. Jaya Makmur saat ini masih belum efektif karena pada saat produk diantar dari lantai produksi menggunakan *forklift*, kemudian untuk memasukkannya kedalam gudang harus diangkat satu persatu secara manual ke tempat yang kosong. Sedangkan saat proses pengambilan produk, pegawai gudang harus mengangkat produk yang terletak diatas terlebih dahulu. Kemudian diletakkan keluar gudang untuk kemudian dilakukan pengiriman.

4.3.4.1 Perhitungan Dimensi dan Beban Produk Jadi

Produk yang disimpan dalam gudang yaitu produk jadi dalam bentuk karton, yang terdiri dari 9 merk rokok. Setiap karton memiliki dimensi yang berbeda-beda sesuai merknya yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Rata-rata setiap 1 karton memiliki beban seberat 25 kg. Penyimpanan pada gudang yaitu dengan cara meletakkan diatas *pallet*, setiap *pallet* terdiri dari 30 karton dan memiliki beban total 750 kg. Pada penelitian ini menggunakan rak dengan tipe *Heavy Duty Rack*, rak jenis ini mampu menyimpan barang dengan beban 1-3 ton setiap levelnya dengan total beban barang yang dapat disimpan sebesar 16 ton.

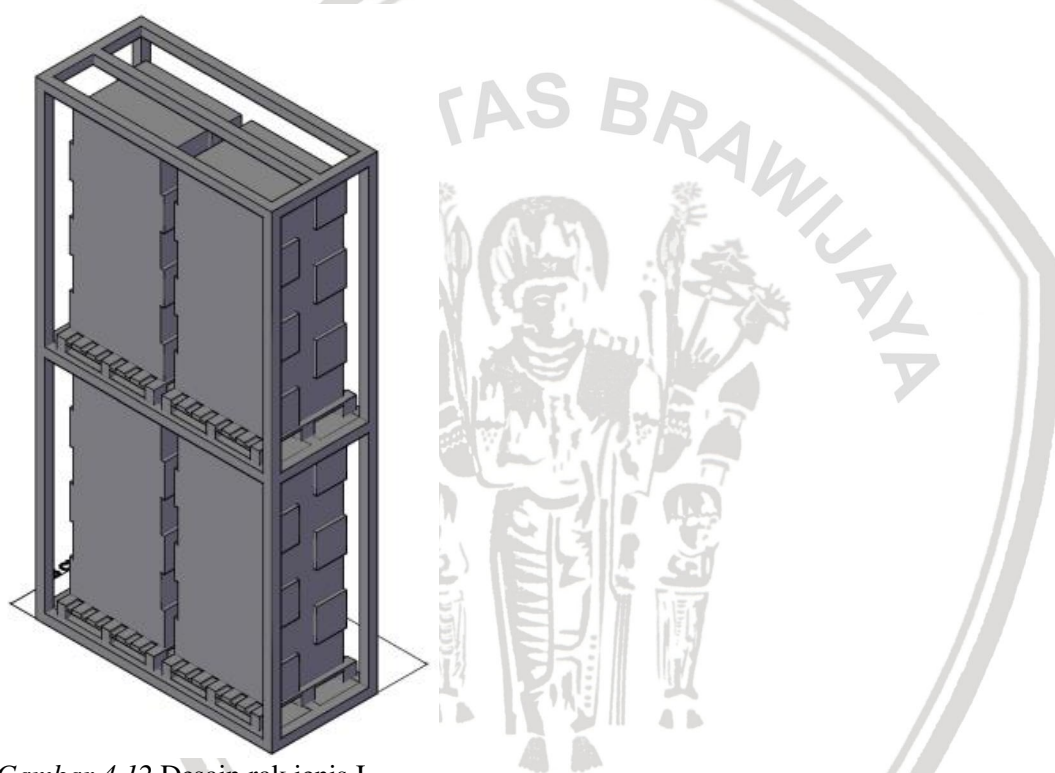
4.3.4.2 Perhitungan Dimensi Rak Penyimpanan

Untuk rak yang digunakan terdiri dari 3 jenis rak, yang masing-masing jenisnya memiliki 2 tingkatan, yang mana untuk jenis rak pertama terdiri dari 2 *pallet* disetiap

tingkatnya mampu diletakkan 2 *pallet*, jenis rak kedua terdiri dari 3 *pallet* disetiap tingkatnya, dan rak jenis ketiga mampu menyimpan 4 *pallet* disetiap tingkatnya.

4.3.4.2.1 Rak Jenis I

Pada rak jenis pertama dapat memuat 2 *pallet* setiap tingkatnya, dan total *pallet* yang dapat disimpan pada rak jenis pertama ini yaitu sebanyak 4 *pallet* setiap raknya. Rak ini memiliki dimensi panjang 280 cm, lebar 125 cm dan tinggi 580 cm seperti pada Gambar 4.12. *Pallet* diletakkan secara berdampingan yang diberikan jarak antar *pallet* yaitu 4 inci atau 10 cm dan jarak antar barang yang disimpan dengan tiang penyangga untuk tingkat atasnya adalah 10 cm.



Gambar 4.12 Desain rak jenis I

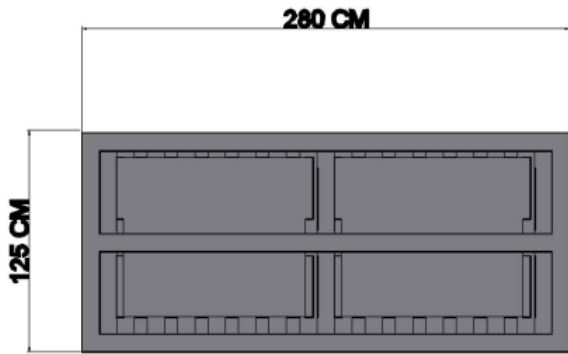
Untuk panjang rak jenis kedua yaitu:

$$\text{Panjang Rak} = (2 \times \text{lebar } \textit{pallet}) + (3 \times \textit{allowance}) + (2 \times \text{lebar tiang penyangga})$$

$$\text{Panjang Rak} = (2 \times 115 \text{ cm}) + (3 \times 10 \text{ cm}) + (2 \times 10 \text{ cm})$$

$$\text{Panjang Rak} = 230 \text{ cm} + 30 \text{ cm} + 20 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Rak} = 280 \text{ cm}$$



Gambar 4.13 Lebar rak jenis I

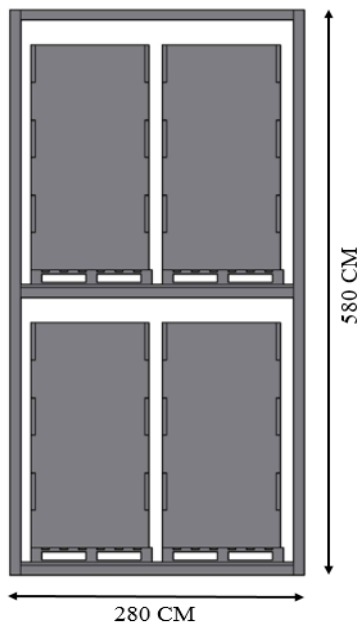
Dari Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa rak yang akan digunakan memiliki lebar 125 cm dan panjang total satu rak yaitu 280 cm. Dalam satu level rak terdapat 2 *pallet* yang berdampingan.

Sedangkan untuk tinggi rak yang akan digunakan yaitu menggunakan ukuran produk yang memiliki dimensi tinggi terbesar. Produk yang memiliki dimensi tinggi terbesar yaitu V8 kuning yang memiliki dimensi tinggi 40 cm, karena dalam 1 *pallet* terdiri dari 6 tumpukan sehingga tinggi tumpukan keseluruhan yaitu 240 cm.

$$\text{Tinggi Rak} = 2 \times (\text{tinggi load beams} + \text{tinggi pallet} + \text{tinggi tumpukan} + \text{allowance}) + \text{upright beams}$$

$$\text{Tinggi Rak} = 2 \times (10 + 15 + 240 + 20) + 10$$

$$\text{Tinggi Rak} = 580 \text{ cm}$$

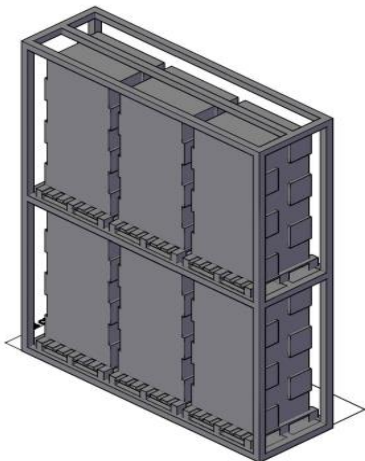


Gambar 4.14 Tinggi Rak Jenis I

Gambar 4.14 merupakan tampak depan dari rak jenis I dan dapat diketahui bahwa rak terdiri dari 2 tingkat dengan tinggi rak keseluruhan yaitu 580 cm.

4.3.4.2.2 Rak Jenis II

Banyak pallet yang mampu dimuat pada rak jenis kedua yaitu 3 *pallet* setiap tingkatnya dan total *pallet* yang dapat disimpan pada rak jenis kedua ini yaitu sebanyak 6 *pallet* setiap raknya. Dimensi rak ini memiliki panjang 405 cm, lebar 125 cm, dan tinggi 580 cm. Desain rak jenis II terdapat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Desain rak jenis II

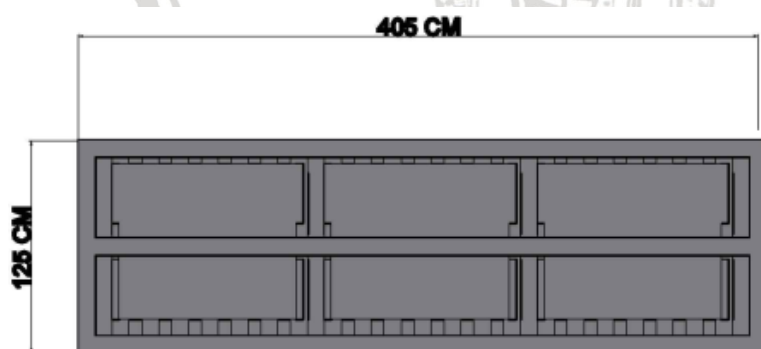
Pallet diletakkan secara berdampingan yang diberikan jarak antar *pallet* yaitu 10 cm dan jarak antar barang yang disimpan dengan tiang penyangga untuk tingkat atasnya adalah 10 cm. Untuk panjang rak jenis kedua yaitu:

$$\text{Panjang Rak} = (3 \times \text{lebar } \textit{pallet}) + (4 \times \textit{allowance}) + (2 \times \text{lebar tiang penyangga})$$

$$\text{Panjang Rak} = (3 \times 115 \text{ cm}) + (4 \times 10 \text{ cm}) + (2 \times 10 \text{ cm})$$

$$\text{Panjang Rak} = 345 \text{ cm} + 40 \text{ cm} + 20 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Rak} = 405 \text{ cm}$$



Gambar 4.16 Lebar rak jenis II

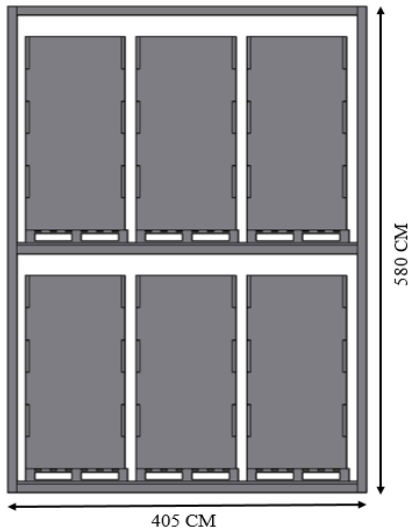
Rak yang akan digunakan memiliki lebar 125 cm dan pajang total satu rak yaitu 405 cm. Dalam satu level rak terdapat 3 *pallet* yang berdampingan, seperti Gambar 4.16.

Sedangkan untuk tinggi rak yang akan digunakan yaitu:

$$\text{Tinggi Rak} = 2 \times (\text{tinggi } \textit{load beams} + \text{tinggi } \textit{pallet} + \text{tinggi tumpukan} + \textit{allowance}) + \textit{upright beams}$$

$$\text{Tinggi Rak} = 2 \times (10 + 15 + 240 + 20) + 10$$

$$\text{Tinggi Rak} = 580 \text{ cm}$$

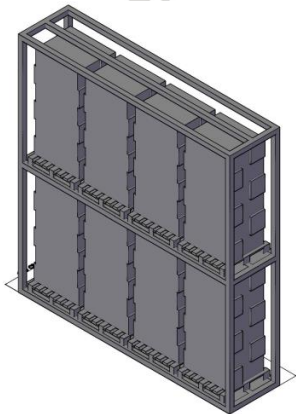


Gambar 4.17 Tinggi rak jenis II

Rak jenis kedua terdiri dari 2 tingkat dengan tinggi rak keseluruhan yaitu 580 cm yang dapat dilihat pada tampak depan rak sesuai Gambar 4.17.

4.3.4.2.3 Rak Jenis III

Berbeda dengan kedua rak jenis sebelumnya, pada rak jenis ketiga dapat memuat 4 *pallet* setiap tingkatnya dan total *pallet* yang dapat disimpan pada rak jenis ketiga ini yaitu sebanyak 8 *pallet* setiap raknya. Rak ini memiliki dimensi panjang 530 cm, lebar 125 cm, dan tinggi 580 cm seperti Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Desain rak jenis III

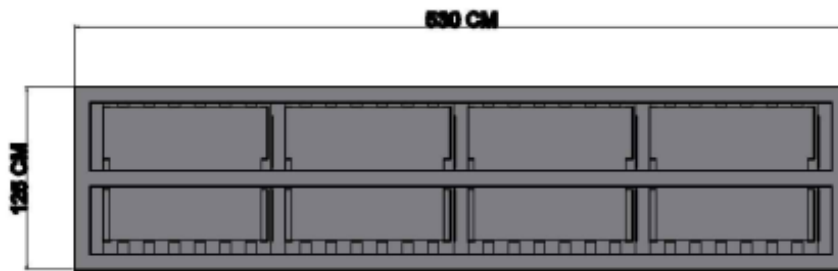
Untuk panjang rak jenis kedua yaitu:

$$\text{Panjang Rak} = (4 \times \text{lebar } \textit{pallet}) + (5 \times \textit{allowance}) + (2 \times \text{lebar tiang penyangga})$$

$$\text{Panjang Rak} = (4 \times 115 \text{ cm}) + (5 \times 10 \text{ cm}) + (2 \times 10 \text{ cm})$$

$$\text{Panjang Rak} = 460 \text{ cm} + 50 \text{ cm} + 20 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Rak} = 530 \text{ cm}$$



Gambar 4.19 Lebar rak jenis III

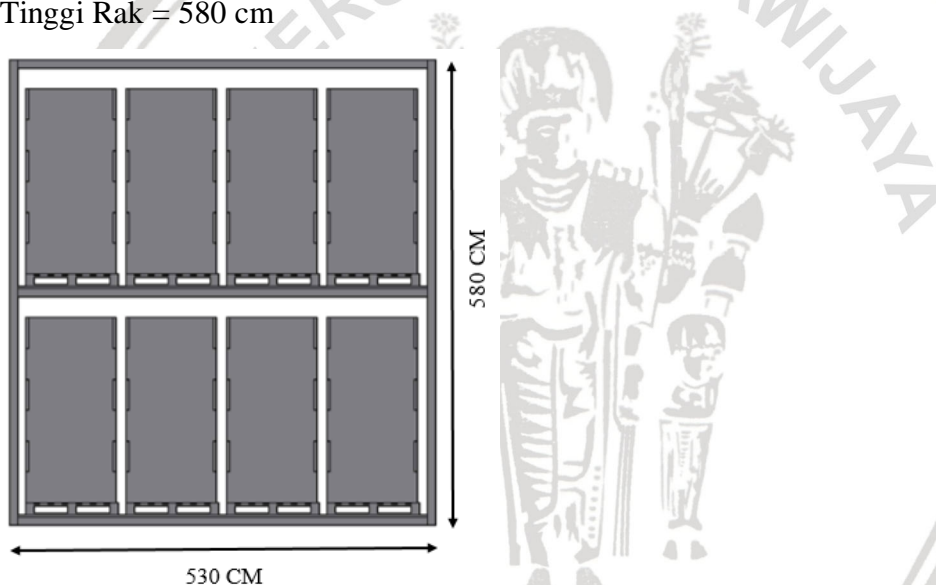
Pada rak jenis ketiga dapat diketahui bahwa rak yang akan digunakan memiliki lebar 125 cm dan panjang total satu rak yaitu 530 cm. Dalam satu level rak terdapat 4 *pallet* yang berdampingan, tertera pada Gambar 4.19.

Sedangkan untuk tinggi rak yang akan digunakan yaitu:

$$\text{Tinggi Rak} = 2 \times (\text{tinggi load beams} + \text{tinggi pallet} + \text{tinggi tumpukan} + \text{allowance}) + \text{upright beams}$$

$$\text{Tinggi Rak} = 2 \times (10 + 15 + 240 + 20) + 10$$

$$\text{Tinggi Rak} = 580 \text{ cm}$$



Gambar 4.20 Tinggi rak penyimpanan

Sehingga dapat diketahui pada Gambar 4.20 adalah gambar tampak depan rak terdiri dari 2 tingkat dengan tinggi rak keseluruhan yaitu 580 cm. Pada rak jenis III mampu menyimpan 8 *pallet*, dengan 4 *pallet* di setiap tingkat.

4.3.4.3 Perhitungan Jumlah Rak Penyimpanan

Dari perhitungan dimensi rak, dapat diketahui bahwa dalam *layout* usulan nanti terdapat 3 jenis rak, yang mana jenis rak yang pertama hanya mampu menampung 4 *pallet*, untuk jenis rak kedua mampu menyimpan 6 *pallet*, dan rak jenis ketiga yaitu mampu menyimpan 8 *pallet*. Ketiga jenis rak ini memiliki ketinggian yang sama yaitu 580 cm dengan dua

tingkatan. Pada saat ini gudang membutuhkan kebutuhan tempat penyimpanan sebanyak 136 *pallet*. Dari Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa untuk *layout* usulan menggunakan 20 rak yang mampu menyimpan 136 *pallet*.

Tabel 4.11
Kebutuhan Tempat Penyimpanan

Jenis Rak	Banyaknya <i>pallet</i> yang tersimpan	Kebutuhan Rak	Jumlah <i>Pallet</i>
1	4	4	24
2	6	4	24
3	8	12	88
Total		20	136

4.3.4.4 Penentuan Biaya Pengadaan Rak Penyimpanan

Rak yang digunakan terdiri dari tiga jenis yang mana setiap jenis rak terdiri dari 2 level, yang memiliki tinggi total yaitu 560 cm. Jenis dan harga bahan untuk pembuatan ketiga jenis rak dapat dilihat pada Tabel 4.12. Harga bahan pembuatan rak yang berada di pasaran (per April - Juni 2018).

Tabel 4.12
Jenis dan Harga Bahan

Bahan	Jenis	Dimensi	Harga	Harga Per satuan
Besi Kotak	SNI-Lubang	6 m	Rp. 630.000	Rp. 105.000 / m
Plat besi	Baja Hitam (3mm)	4 m x 8 m	Rp. 450.000	Rp. 14.063 / m ²

4.3.4.4.1 Rak Jenis I

Pada rak jenis I mampu menyimpan 2 *pallet* di setiap tingkat, sehingga dalam satu rak mampu menyimpan 4 *pallet*. Biaya untuk pembuatan rak dapat dilihat pada Tabel 4.13. Dapat diketahui bahwa untuk membuat rak jenis I membutuhkan biaya Rp. 5.652.941 setiap satu rak.

Tabel 4.13
Biaya Pembuatan Rak Jenis 1

Bagian Rak	Jumlah	Dimensi Total	Bahan	Harga Satuan	Harga Total
<i>Upright Beams</i>	5	9,9 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 1.039.500
<i>Load Beams</i>	10	19,8 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 2.079.000
Penopang	4	23,2 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 2.436.000
Alas rak	2	7 m ²	Plat Besi	Rp. 14.063	Rp. 98.441
Jumlah					Rp. 5.652.941

4.3.4.4.2 Rak Jenis II

Rak jenis II memiliki kapasitas menyimpan 3 *pallet* di setiap tingkat, sehingga dalam satu rak mampu menyimpan 6 *pallet*. Biaya untuk pembuatan rak dapat dilihat pada Tabel 4.14. Untuk membuat rak jenis II membutuhkan biaya Rp.6.878.138 setiap satu rak.

Tabel 4.14
Biaya Pembuatan Rak Jenis 2

Bagian Rak	Jumlah	Dimensi Total	Bahan	Harga Satuan	Harga Total
<i>Upright Beams</i>	5	13,65 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 1.433.250

Bagian Rak	Jumlah	Dimensi Total	Bahan	Harga Satuan	Harga Total
Load Beams	10	27,3 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 2.866.500
Penopang	4	23,2 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 2.436.000
Alas rak	2	10,125 m ²	Plat Baja	Rp. 14.063	Rp. 142.388
Jumlah					Rp. 6.878.138

4.3.4.4.3 Rak Jenis III

Sedangkan pada rak jenis III mampu menyimpan 4 *pallet* di setiap tingkat, sehingga dalam satu rak mampu menyimpan 8 *pallet*. Biaya pembuatan rak dapat dilihat pada Tabel 4.15. Rak jenis III membutuhkan biaya sebesar Rp.8.103.335 untuk setiap satu rak.

Tabel 4.15

Biaya Pembuatan Rak Jenis 3

Bagian Rak	Jumlah	Dimensi Total	Bahan	Harga Satuan	Harga Total
Upright Beams	5	17,4 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 1.827.000
Load Beams	10	34,8 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 3.654.000
Penopang	4	23,2 m	Besi Kotak	Rp. 105.000	Rp. 2.436.000
Alas rak	2	13,25 m ²	Plat Baja	Rp. 14.063	Rp. 186.335
Jumlah					Rp. 8.103.335

4.3.4.4.4 Biaya Pengadaan Pallet

Setelah menghitung biaya pembuatan rak, kemudian menghitung biaya untuk pembelian *pallet* yang akan digunakan pada gudang produk jadi. Perhitungan biaya pengadaan *pallet* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16

Biaya Pengadaan Pallet

Ukuran Pallet	Harga Satuan	Jumlah yang dibutuhkan	Total Harga
115 x 115 x 15	Rp. 105.000,00	136	Rp 14.280.000

Harga *pallet* yang digunakan merupakan harga per juni 2018 yaitu 105.000 setiap *pallet*. Kemudian dilakukan perhitungan untuk pengadaan rak dan *pallet* sesuai kebutuhan yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17

Biaya Pengadaan Rak dan Pallet

Item	Harga Satuan	Kebutuhan	Harga Total
Rak Jenis 1	Rp 5.652.941	4	Rp. 22.611.764
Rak Jenis 2	Rp. 6.878.138	4	Rp. 27.512.552
Rak Jenis 3	Rp. 8.103.335	12	Rp. 97.240.020
Pallet	Rp. 105.000,00	136	Rp 14.280.000
Total			Rp. 161.644.336

Biaya pengadaan yang akan diterapkan pada *layout* usulan membutuhkan biaya sebesar Rp. 161.644.336 untuk 20 rak penyimpanan.

4.4 Perancangan *Layout*

Perancangan *layout* dimulai dengan tahapan pengurutan aktivitas perjalanan dan pembentukan kelas, kemudian menentukan luas penyimpanan yang dibutuhkan, dilanjutkan dengan perancangan alternatif *layout*, dan melakukan perhitungan aktivitas dan total jarak perpindahan dari setiap alternatif *layout* yang ada.

4.4.1 Pengurutan Aktivitas Perjalanan dan Pembentukan Kelas

Pembagian kelas pada metode ini menjadi 3 yaitu A, B, C dimana kelas A memiliki nilai investasi 30%-70%, kelas B memiliki nilai investasi 20%-30% dan kelas C memiliki nilai investasi 10%-20% yang tertera pada Tabel 4.18

Tabel 4.18
Pengurutan Produk Berdasarkan Nilai Investasinya

Nama Produk	Harga (Rp)	Karton/Tahun	Nilai Investasi (Rp)	Persentase Investasi	Kumulatif	Kelompok
Gudang Baru Internasional	15.000.000	180.960	2.714.400.000.000	38,89 %	38,89 %	A
Gudang Baru Premium 12	10.680.000	145.080	1.549.450.000.000	22,2 %	61,09 %	A
Gudang Baru Putih 16	13.440.000	91.416	1.228.630.000.000	17,6 %	78,69 %	B
Gudang Baru Putih 12	10.560.000	104.520	1.103.730.000.000	15,82 %	94,51 %	B
V8 Kuning	6.840.000	15.600	106.704.000.000	1,53 %	96,04 %	C
V8 Master Piece	7.200.000	11.544	83.116.800.000	1,2 %	97,24 %	C
168	6.960.000	10.296	71.660.160.000	1,03 %	98,27 %	C
Gudang Baru Merah	7.200.000	9.048	65.145.600.000	0,93 %	99,2 %	C
Gudang Baru Kuning	7.200.000	7.800	56.160.000.000	0,8 %	100 %	C
TOTAL			6.979.000.000.000			

Produk yang tersimpan memiliki nilai investasi terbesar yaitu Gudang Baru Internasional sebesar 38,89% dari total nilai investasi, sedangkan produk yang memiliki nilai investasi terkecil yaitu Gudang Baru Kuning dengan nilai investasi sebesar 0,8% dari total investasi yang terdapat pada Tabel 4.18.

Untuk pembentukan kelas menggunakan metode FSN dengan parameter frekuensi pemindahan produk jadi tertera pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19
Hasil Klasifikasi FSN

Nama Produk	Frekuensi (pallet)	Persentase Frekuensi	Kumulatif	Kelompok
Gudang Baru Internasional	11496	31,12%	31,12%	F
Gudang Baru Premium 12	8616	23,33%	54,45%	F

Nama Produk	Frekuensi (<i>pallet</i>)	Persentase Frekuensi	Kumulatif	Kelompok
Gudang Baru Putih 16	6816	18,45%	72,9%	S
Gudang Baru Putih 12	5856	15,85%	88,75%	S
V8 Kuning	1236	3,35%	92,1%	N
V8 Master Piece	888	2,41%	94,51%	N
168	768	2,08%	96,59%	N
Gudang Baru Merah	660	1,78%	98,37%	N
Gudang Baru Kuning	600	1,63%	100%	N
Total	36936	100%		

Produk yang memiliki frekuensi pemindahan terbesar yaitu Gudang Baru Internasional sebesar 11496 *pallet* setiap tahun. Sedangkan produk yang memiliki frekuensi pemindahan terkecil yaitu Gudang Baru Kuning sebesar 600 *pallet* setiap tahun. Kemudian menggabungkan produk berdasarkan ABC-FSN yang dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20
Pembentukan Kelas

Nama Produk	Frekuensi (<i>pallet</i>)	Persentase Frekuensi	Nilai Investasi (Rp)	Persentase Investasi	Kumulatif Persentase Frekuensi	Kelompok
Gudang Baru Internasional	11496	31,12%	2.714.400.000.000	38,89 %	31,12%	AF
Gudang Baru Premium 12	8616	23,33%	1.549.450.000.000	22,2 %	54,45%	AF
Gudang Baru Putih 16	6816	18,45%	1.228.630.000.000	17,6 %	72,9%	BS
Gudang Baru Putih 12	5856	15,85%	1.103.730.000.000	15,82 %	88,75%	BS
V8 Kuning	1236	3,35%	106.704.000.000	1,53 %	92,1%	CN
V8 Master Piece	888	2,41%	83.116.800.000	1,2 %	94,51%	CN
168	768	2,08%	71.660.160.000	1,03 %	96,59%	CN
Gudang Baru Merah	660	1,78%	65.145.600.000	0,93 %	98,37%	CN
Gudang Baru Kuning	600	1,63%	56.160.000.000	0,8 %	100%	CN

Penggabungan ABC-FSN menghasilkan 3 kelas seperti pada Tabel 4.20, kelas AF terdiri dari 2 produk yaitu Gudang Baru Internasional 16, Gudang Baru Premium 12 dan memiliki persentase kumulatif investasi sebesar 61,09% dan kumulatif persentase frekuensi sebesar 54,45%. Kelas BS terdiri dari 2 produk yaitu Gudang Baru Putih 16, Gudang Baru Putih 12 dan memiliki persentase kumulatif investasi sebesar 33,42% dan kumulatif persentase frekuensi sebesar 34,3%. Kelas CN terdiri dari 5 produk yaitu V8 Kuning, V8 Master Piece, 168, Gudang Baru Merah, Gudang Baru Kuning dengan memiliki persentase kumulatif investasi sebesar 5,49 % dan kumulatif persentase frekuensi sebesar 11,25%.

4.4.2 Penentuan Luas Penyimpanan yang Dibutuhkan

Karena kondisi gudang saat ini belum mampu menyimpan seluruh hasil produksi, sehingga pihak perusahaan merencanakan untuk menambah ketinggian gudang yang awalnya setinggi 4 m menjadi 7 m. Sehingga diharapkan mampu mengurangi jumlah produk yang tersimpan diluar gudang.

4.4.2.1 Penentuan Lebar Aisle

Sistem *material handling* saat ini masih dilakukan secara manual, karena gudang dibangun dengan hanya menambah ketinggian gudang sehingga pada *layout* usulan nanti penyimpanan produk dengan menggunakan sistem rak, yang mana rak ini terdiri dari 2 tingkatan dan membutuhkan *forklift* sebagai *material handling* pada *layout* usulan. Penentuan lebar *aisle* ini agar *forklift* nantinya mampu bermanuver pada saat peletakkan maupun pengambilan barang. Dimensi *forklift* yang digunakan pada saat ini yaitu memiliki panjang total 2,941 m, lebar 1,07 m dan tinggi 2,07 m. Karena *pallet* yang digunakan memiliki ukuran 1,15 m x 1,15 m, sehingga panjang total pada proses pengangkatan yaitu 3,32 m dan lebar 1,15 m. Berikut merupakan perhitungan dimensi terpanjang *forklift* saat bermanuver dengan menggunakan panjang diagonal.

$$d = \sqrt{p^2 + l^2}$$

$$d = \sqrt{3,32^2 \text{ m} + 1,15^2 \text{ m}}$$

$$d = 3,51 \text{ m}$$

Karena perusahaan memutuskan untuk memberi *allowance* sebesar 10%, dari dimensi terpanjang, sehingga lebar *aisle* yang dibutuhkan yaitu:

$$\text{Lebar aisle} = \frac{110}{100} \times 3,51 \text{ m}$$

$$\text{Lebar aisle} = 3,86 \text{ m}$$

Sesuai dengan perhitungan diatas, didapatkan hasil lebar *aisle* yang akan diterapkan pada *layout* usulan yaitu 3,86 m.

4.4.2.2 Penentuan Pintu Gudang

Pada *layout* saat ini, pintu gudang yang digunakan memiliki ukuran lebar 1 meter dan tinggi 2 meter, dengan dimensi pintu seperti ini *material handling* berupa *forklift* tidak dapat masuk kedalam gudang, untuk itu perlu dilakukan perencanaan pintu gudang yang baru. Pada setiap *pallet* yang mengangkut 6 tumpukan memiliki tinggi total 2,55 m dan pada saat

berjalan garpu *forklift* diangkat setinggi 15 cm dari tanah, sehingga pada saat pengangkutan tinggi keseluruhan adalah 2,7 m. Perusahaan menentukan *allowance* sebesar 30% untuk tinggi dan lebar pintu gudang. Berikut merupakan perhitungan tinggi pintu gudang:

$$\text{Tinggi pintu gudang} = \frac{130}{100} \times 2,7$$

$$\text{Tinggi pintu gudang} = 3,51 \text{ m}$$

sedangkan untuk perhitungan lebar pintu gudang adalah:

$$\text{Lebar pintu gudang} = \frac{130}{100} \times 1,2$$

$$\text{Lebar pintu gudang} = 1,56 \text{ m}$$

Sesuai dengan perhitungan diatas, maka pintu gudang yang digunakan pada *layout* usulan yaitu dengan tinggi 3,51 m dan lebar 1,56 m.

4.4.3 Perancangan Alternatif *Layout*

Perancangan alternatif *layout* pada gudang produk jadi PR. Jaya Makmur dilakukan setelah dilakukannya penentuan kelas pada produk jadi dan kemudian melakukan perhitungan *aisle* yang dibutuhkan dalam gudang. Pada perancangan alternatif *layout* ini akan menampilkan beberapa alternatif yang berdasarkan letak pintu gudang, tipe *aisle* yang digunakan serta penyusunan rak.

4.4.3.1 Alternatif *Layout* I

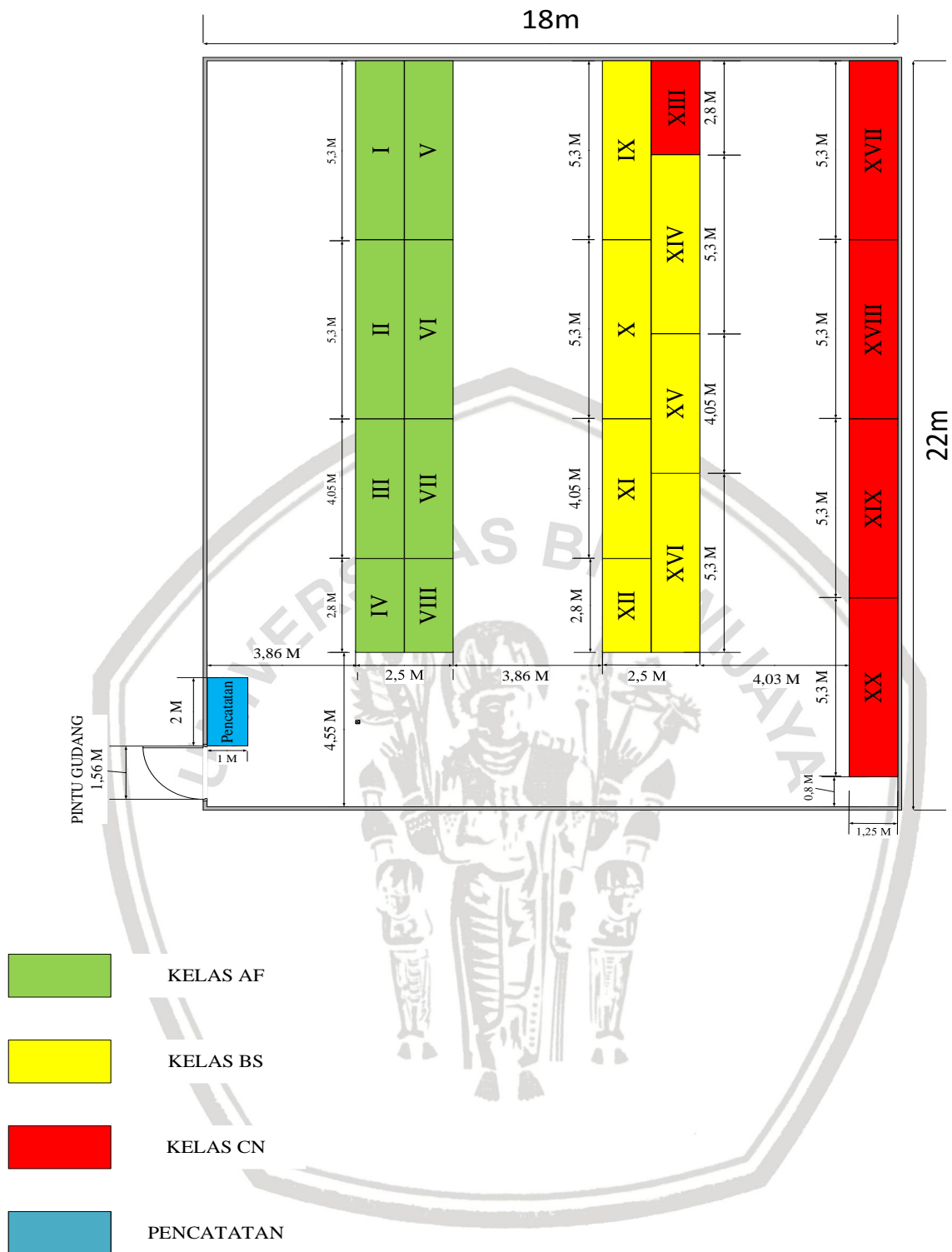
Alternatif *layout* I dapat dilihat pada Gambar 4.21, pada *layout* ini terdiri dari 20 rak tempat penyimpanan dengan setiap rak memiliki 2 tingkat. Pada *layout* ini mampu menyimpan 136 *pallet*. Pada alternatif ini pintu gudang diletakkan dibagian selatan dan peletakkan kelasnya secara vertikal.

4.4.3.1.1 Perhitungan Utilitas Ruang

Perhitungan volume pemakaian ruangan dengan menggunakan volume total pemakaian dibagi dengan volume ruangan yang tersedia. Berikut merupakan perhitungan utilitas ruang.

$$\text{Space Utilization Efficiency (SUE)} = \frac{\text{ruangan (m}^3\text{) yang terpakai/termanfaatkan}}{\text{ruangan (m}^3\text{) yang tersedia dan bisa digunakan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan volume rak} &= (4 \times \text{volume rak jenis 1}) + (4 \times \text{volume rak jenis 2}) + \\ &\quad (12 \times \text{volume rak jenis 3}) \\ &= [4 \times (2,8 \times 1,25 \times 5,8)] + [4 \times (4,05 \times 1,25 \times 5,8)] + [12 \\ &\quad \times (5,3 \times 1,25 \times 5,8)] \quad 121,8 + 58,725 + 461,1 = 659,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 4.21 Alternatif layout I

Perhitungan volume gudang = 22 x 18 x 7
 = 2772 m³

Perhitungan aisle yang digunakan = [5,8 x {3 x (3,86 x 18,14) + (3,86 x 16,75)}] +
 (22 x 18 x 1,2)
 = 2068,47

$$\text{SUE} = \frac{\text{ruangan (m}^3\text{) yang terpakai}}{\text{ruangan (m}^3\text{) yang tersedia}}$$

$$\text{SUE} = \frac{659,75 + 2068,47 \text{ m}^3}{2772 \text{ m}^3}$$

$$\text{SUE} = 98,42\%$$

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* I adalah 98,42%.

4.4.3.1.2 Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak perpindahan produk jadi berdasarkan frekuensi dan lokasi tempat penyimpanan. Berikut merupakan perhitungan koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout* I dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21

Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif *Layout* I

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)	Luas (m ²)
AF	I	(4,485 ; 19,35)	6,625
	II	(4,485 ; 14,05)	6,625
	III	(4,485 ; 9,375)	5,0625
	IV	(4,485 ; 5,95)	3,5
	V	(5,735 ; 19,35)	6,625
	VI	(5,735 ; 14,05)	6,625
	VII	(5,735 ; 9,375)	5,0625
	VIII	(5,735 ; 5,95)	3,5
BS	IX	(10,845 ; 19,375)	6,625
	X	(10,845 ; 14,05)	6,625
	XI	(10,845 ; 9,375)	5,0625
	XII	(10,845 ; 5,95)	3,5
	XIV	(12,095 ; 16,55)	6,625
	XV	(12,095 ; 11,875)	5,0625
	XVI	(12,095 ; 7,2)	6,625
	CN	XIII	(12,095 ; 20,6)
XVII		(17,375 ; 19,375)	6,625
XVIII		(17,375 ; 14,05)	6,625
XIX		(17,375 ; 8,75)	6,625
XX		(17,375 ; 3,45)	6,625
<i>I/O Point</i>		(0 ; 1,13)	

Setelah mengetahui koordinat setiap raknya, kemudian melakukan perhitungan koordinat gabungan, hal ini dikarenakan pada setiap kelasnya memiliki tempat penyimpanan lebih dari satu blok. Berikut merupakan contoh perhitungan titik koordinat gabungan pada kelas B yang meliputi rak IX, X, XI, XII.

$$X_0 = \frac{A_9x_9 + A_{10}x_{10} + A_{11}x_{11} + A_{12}x_{12}}{A_9 + A_{10} + A_{11} + A_{12}}$$

$$Y_0 = \frac{A_9 y_9 + A_{10} y_{10} + A_{11} y_{11} + A_{12} y_{12}}{A_9 + A_{10} + A_{11} + A_{12}}$$

$$X_0 = \frac{(6,625 \times 10,845) + (6,625 \times 10,845) + (5,0625 \times 10,845) + (3,5 \times 10,845)}{6,625 + 6,625 + 5,0625 + 3,5}$$

$$Y_0 = \frac{(6,625 \times 19,375) + (6,625 \times 14,05) + (5,0625 \times 9,375) + (3,5 \times 5,95)}{6,625 + 6,625 + 5,0625 + 3,5}$$

$$X_0 = \frac{71,848 + 71,848 + 54,903 + 37,957}{6,625 + 6,625 + 5,0625 + 3,5} = 10,845$$

$$Y_0 = \frac{128,3594 + 93,081 + 47,46 + 20,825}{6,625 + 6,625 + 5,0625 + 3,5} = 13,275$$

Perhitungan koordinat titik pusat gabungan pada alternatif I dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22

Koordinat Titik Pusat Gabungan dan Jarak pada Alternatif *Layout* I

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat Gabungan (X;Y)	Jarak (m)
AF	I	(4,485 ; 13,275)	16,63
	II		
	III		
	IV		
	V		
	VI		
	VII		
	VIII		
BS	IX	(10,845 ; 13,275)	22,99
	X		
	XI		
	XII		
	XIV		
	XV		
CN	XVI	(12,095 ; 11,875)	27,495
	XIII		
	XVII		
	XVIII		
	XIX		
XX	(17,375 ; 11,4)	27,645	
I/O Point			(0 ; 1,13)

Setelah mengetahui koordinat gabungan dan jarak antara kelas dengan titik I/O *point*, maka selanjutnya menghitung jarak total dengan cara mengalikan frekuensi dengan jarak tiap kelas tertera pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23

Perhitungan Jarak pada *Layout* I

Kelas	Rak	Frekuensi	Jarak	Total (m)
AF	I, II, III, IV	838	16,63	13.935,94
	V, VI, VII, VIII	838	22,99	19.265,62
BS	IX, X, XI, XII	572	22,99	13.150,28
	XIV, XV, XVI	484	27,495	13.307,58

CN	XIII	39	36,495	1.423,305
	XVII, XVIII, XIX, XX	307	27,645	8.487,015
Total				69.569,74

Hasil menunjukkan bahwa jarak perpindahan yang harus ditempuh yaitu 69.523,69 m setiap bulan. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perjalanan dikali dua sehingga jarak perpindahan setiap bulan yaitu 139.139,48 m. Dalam setahun jarak yang harus ditempuh dalam proses pergudangan pada *layout* I yaitu 1.669.673,76 m.

4.4.3.2 Alternatif *layout* II

Terdapat 20 rak tempat penyimpanan pada *layout* ini dengan memiliki 2 tingkat. Jumlah *pallet* yang mampu disimpan sebanyak 136 *pallet*. Pada alternatif ini pintu gudang diletakkan dibagian selatan dan peletakkan kelas secara horisontal. Untuk tempat pencatatan produk berada disamping pintu gudang yang dapat dilihat pada Gambar 4.22.

4.4.3.2.1 Perhitungan Utilitas Ruang

Dengan menggunakan rumus yang sama seperti alternatif sebelumnya, kemudian didapatkan hasil yang sama yaitu sebesar 98,42% hal ini dikarenakan jumlah tempat penyimpanan yang sama pada alternatif 1 dan 2 yaitu sebanyak 136 *pallet*.

4.4.3.2.2 Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak perpindahan produk berdasarkan frekuensi dan lokasi tempat penyimpanan. Berikut perhitungan koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout* II.

Koordinat titik pusat blok pada alternatif *layout* II terlampir pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24

Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif *Layout* II

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
AF	III	(4,485 ; 9,375)
	IV	(4,485 ; 5,95)
	VII	(5,735 ; 9,375)
	VIII	(5,735 ; 5,95)
	XI	(10,845 ; 9,375)
	XII	(10,845 ; 5,95)
	XV	(12,095 ; 11,875)
	XVI	(12,095 ; 7,2)
	XX	(17,375 ; 4,7)
BS	XXI	(17,375 ; 1,9)
	II	(4,485 ; 14,05)
	VI	(5,735 ; 14,05)
	X	(10,845 ; 14,05)

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
	XIV	(12,095; 16,55)
	XVIII	(17,375 ; 14,05)
	XIX	(17,375 ;8,75)
CN	I	(4,485 ; 19,35)
	V	(5,735 ; 19,35)
	IX	(10,845 ; 19,35)
	XIII	(12,095 ; 20,6)
	XVII	(17,375 ; 19,35)
<i>I/O Point</i>		(0 ; 1,13)

Perhitungan koordinat titik pusat gabungan pada alternatif II dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25

Koordinat Titik Pusat Gabungan pada Alternatif *Layout II*

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat Gabungan (X;Y)	Jarak (m)
AF	III	(4,485 ; 7,975)	11,33
	IV		
	VII	(5,735 ; 7,975)	17,69
	VIII		
	XI	(10,845 ; 7,975)	17,69
	XII		
	XV	(12,095 ; 9,225)	25,12
	XVI		
XX	(17,375 ; 3,45)	19,695	
BS	II	(4,485 ; 14,05)	17,405
	VI	(5,735 ; 14,05)	23,765
	X	(10,845 ; 14,05)	23,765
	XIV	(12,095 ; 16,55)	32,445
	XVIII	(17,375 ; 11,4)	27,645
	XIX		
CN	I	(4,485 ; 19,35)	22,705
	V	(5,735 ; 19,35)	29,065
	IX	(10,845 ; 19,35)	29,065
	XIII	(12,095 ; 20,6)	36,495
	XIV	(17,375 ; 19,35)	35,595
<i>I/O Point</i>		(0 ; 1,13)	

Langkah selanjutnya yaitu menghitung jarak total dengan cara mengalikan frekuensi dengan jarak tiap kelas.

Tabel 4.26

Perhitungan Jarak pada *Layout II*

Kelas	Rak	Frekuensi	Jarak	Total (m)
AF	III, IV	387	11,33	4.384,71
	VII, VIII	387	17,69	6.846,03
	XI, XII	387	17,69	6.846,03
	XV, XVI	451	25,12	11.329,12
	XX	258	19,695	5.081,31
BS	II	176	17,405	3.063,28
	VI	176	23,765	4.182,64
	X	176	23,765	4.182,64
	XIV	176	32,445	5.710,32

Jarak yang harus ditempuh untuk proses pergudangan pada *layout* II yaitu 71.709,04 m setiap bulan. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perjalanan dikali dua sehingga jarak perpindahan setiap bulan yaitu 143.418,08 m. Jarak yang harus ditempuh dalam proses pergudangan pada *layout* II yaitu 1.721.016,96m dalam setahun.

4.4.3.3 Alternatif *Layout* III

Sama seperti pada alternatif 1 dan 2, pada alternatif *layout* III juga mempunyai 20 rak tempat penyimpanan dengan memiliki 2 tingkat. Dengan penyimpanan seperti ini mampu menyimpan 136 *pallet*. Pintu gudang berada bagian tengah dan peletakkan kelas secara vertikal. Disamping pintu gudang terdapat tempat pencatatan. *Layout* III dapat dilihat pada Gambar 4.23.

4.4.3.3.1 Perhitungan Utilitas Ruang

Persamaan rumus (2-8) digunakan untuk menghitung utilitas ruang. Aletrnatif ini juga memiliki jumlah penyimpanan yang sama, sehingga nilai SUE juga sama yaitu sebesar 98,42%.

4.4.3.3.2 Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak perpindahan produk jadi berdasarkan frekuensi dan lokasi tempat penyimpanan. Berikut merupakan perhitungan koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout* III seperti Tabel 4.27.

Tabel 4.27
Koordinat Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout* III

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
AF	I	(4,485; 19,23)
	II	(4,485; 15,3)
	III	(4,485; 7,325)
	IV	(4,485; 2,65)
	V	(5,735; 19,35)
	VI	(5,735; 15,3)
	VII	(5,735; 7,325)
	VIII	(5,735 ; 2,65)
BS	IX	(10,845; 19,35)
	X	(10,845; 15,3)
	XI	(10,845; 7,325)
	XII	(10,845; 2,65)
	XIV	(12,095;16,575)
	XV	(12,095; 7,325)

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
	XVI	(12,095; 2,65)
CN	XIII	(12,095; 20,6)
	XVII	(17,375; 19,35)
	XVIII	(17,375; 14,05)
	XIX	(17,375; 8,75)
	XX	(17,375; 3,45)
<i>I/O Point</i>		(0 ; 10,78)

Perhitungan koordinat titik pusat gabungan pada alternatif III terdapat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28

Koordinat Titik Pusat Gabungan pada Alternatif *Layout III*

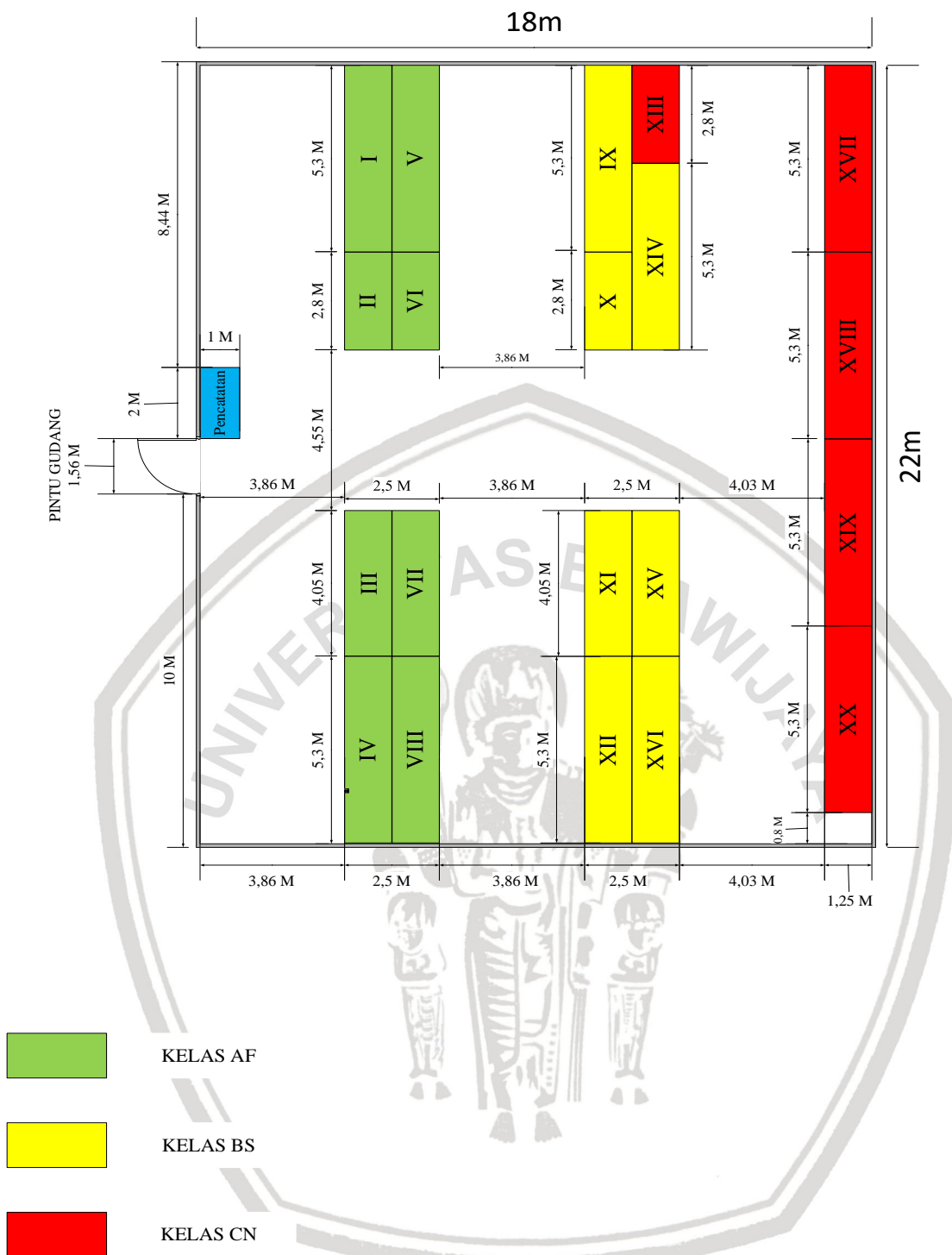
Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat Gabungan (X;Y)	Jarak (m)
AF	I	(4,485 ; 17,95)	11,655
	II		
	III	(4,485 ; 4,675)	10,59
	IV		
	V	(5,735 ; 17,95)	18,015
	VI		
	VII	(5,735 ; 4,675)	16,95
	VIII		
BS	IX	(10,845 ; 17,95)	18,015
	X		
	XI	(10,845 ; 17,95)	16,95
	XII		
	XIV	(12,095 ; 16,55)	22,795
	XV	(12,095 ; 4,675)	23,13
XVI			
CN	XIII	(12,095 ; 20,6)	26,845
	XVII	(17,375 ; 11,4)	17,995
	XVIII		
	XIX		
	XX		
<i>I/O Point</i>		(0 ; 10,78)	

Setelah mengetahui koordinat gabungan dan jarak antara kelas dengan titik *I/O point*, selanjutnya menghitung jarak total dengan mengalikan frekuensi dengan jarak tiap kelas.

Tabel 4.29

Perhitungan Jarak pada *Layout III*

Kelas	Rak	Frekuensi	Jarak	Total (m)
AF	I, II	387	11,655	4.510,485
	III, IV	451	10,59	4.776,09
	V, VI	387	18,015	6.971,805
	VII, VIII	451	16,95	7.644,45
BS	IX, X	264	18,015	4.755,96
	XI, XII	308	16,95	5.220,6
	XIV	176	22,795	4.011,92
	XV, XVI	308	23,13	7.124,04
CN	XIII	39	26,845	1.046,955
	XVII, XVIII, XIX, XX	307	17,995	5.524,465
Total				51.586,77



Gambar 4.23 Alternatif layout III

Alternatif ini membutuhkan jarak perpindahan yang harus ditempuh yaitu 51.586,77 m setiap bulan. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perjalanan dikali dua sehingga jarak perpindahan setiap bulan yaitu 103.173,54 m.



Dalam setahun jarak yang harus ditempuh dalam proses pergudangan pada *layout* III yaitu 1.238.082,48 m.

4.4.3.4 Alternatif *Layout* IV

Rak tempat penyimpanan yang berada pada alternatif IV berjumlah 20 rak dengan memiliki 2 tingkat sama seperti ketiga alternatif sebelumnya. Kapasitas yang mampu disimpan sebesar 136 *pallet*. Pada bagian tengah terdapat pintu gudang dan disampingnya diletakkan tempat pencatatan produk.

4.4.3.4.1 Perhitungan Utilitas Ruang

Memiliki jumlah tempat penyimpanan yang sama seperti ketiga alternatif sebelumnya yaitu 136 *pallet*, hal ini menghasilkan nilai yang sama ketika dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan rumus (2-8) yaitu didapatkan nilai SUE sebesar 98,42%.

4.4.3.4.2 Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak perpindahan produk berdasarkan frekuensi dan lokasi tempat penyimpanan. Perhitungan koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout* IV dijelaskan selanjutnya. Koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout* IV dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30

Koordinat Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout* IV

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
AF	II	(4,485 ; 15,925)
	III	(4,485 ; 7,325)
	VI	(5,735 ; 15,925)
	VII	(5,735 ; 7,325)
	X	(10,845 ; 16,55)
	XI	(10,845 ; 7,325)
	XIV	(12,095 ; 16,55)
	XV	(12,095 ; 7,325)
BS	I	(4,485 ; 19,975)
	IV	(4,485 ; 2,65)
	V	(5,735 ; 19,975)
	VIII	(5,735 ; 2,65)
	IX	(10,845 ; 20,6)
	XII	(10,845 ; 2,65)
	XVI	(12,095 ; 2,65)
CN	XIII	(12,095 ; 20,6)
	XVII	(17,375 ; 19,35)
	XVIII	(17,375 ; 14,05)
	XIX	(17,375 ; 8,75)
	XX	(17,375 ; 3,45)
<i>I/O Point</i>		(0 ; 10,78)

Perhitungan selanjutnya pada alternatif IV dapat dilihat pada Tabel 4.31.

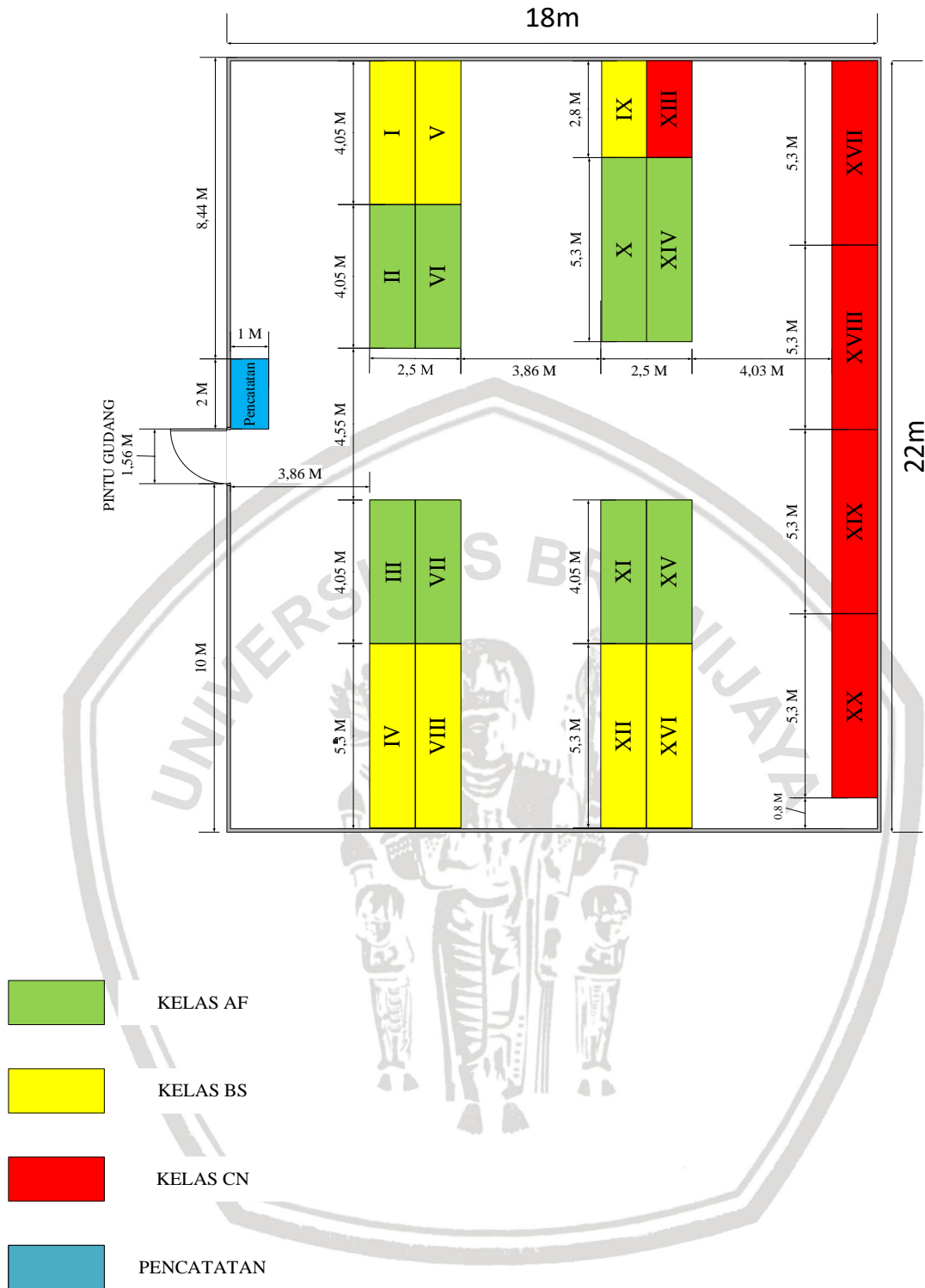
Tabel 4.31
Koordinat Titik Pusat Gabungan pada Alternatif *Layout IV*

Kelas	Blok	Koordinat Titik Pusat Gabungan (X;Y)	Jarak (m)
AF	II	(4,485 ; 15,925)	9,63
	III	(4,485 ; 7,325)	7,94
	VI	(5,735 ; 15,925)	15,99
	VII	(5,735 ; 7,325)	14,3
	X	(10,845 ; 16,55)	16,615
	XI	(10,845 ; 7,325)	14,3
	XIV	(12,095 ; 16,55)	22,795
	XV	(12,095 ; 7,325)	20,48
BS	I	(4,485 ; 19,975)	13,68
	IV	(4,485 ; 2,65)	12,615
	V	(5,735 ; 19,975)	20,04
	VIII	(5,735 ; 2,65)	13,495
	IX	(10,845 ; 19,35)	20,665
	XII	(10,845 ; 2,65)	18,975
	XVI	(12,095 ; 2,65)	25,505
CN	XIII	(12,095 ; 20,6)	26,845
	XVII	(17,375 ; 11,4)	17,995
	XVIII		
	XIX		
	XX		
<i>I/O Point</i>		(0 ; 10,78)	

Setelah mengetahui koordinat gabungan dan jarak antara kelas dengan titik *I/O point*, maka selanjutnya menghitung jarak total dengan cara mengalikan frekuensi dengan jarak tiap kelas yang tertera pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32
Perhitungan Jarak pada *Layout IV*

Kelas	Rak	Frekuensi	Jarak	Total (m)
AF	II	194	9,63	1.868,22
	III	194	7,94	1.540,36
	VI	194	15,99	3.102,06
	VII	194	14,3	2.774,2
	X	257	16,615	4.284,11
	XI	194	14,3	2.774,2
	XIV	257	22,795	5.877,6
	XV	194	20,48	3.973,12
BS	I	132	13,68	1.805,76
	IV	176	12,615	2.220,24
	V	132	20,04	2.645,28
	VIII	176	13,495	2.375,12
	IX	88	20,665	1.818,52
	XII	176	18,975	3.339,6
	XVI	176	25,505	4.488,88
CN	XIII	38	26,845	1.020,11
	XVII	77	25,945	1.997,765
	XVIII	77	20,645	1.589,665
	XIX	77	19,405	1.494,185
	XX	77	24,705	1.902,285
Total				52.891,28



Gambar 4.24 Alternatif layout IV

Tabel 4.32 menjelaskan jarak perpindahan yang harus ditempuh pada alternatif IV dalam sebulan yaitu 52.891,28 m. Menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perjalanan dikali dua sehingga jarak perpindahan setiap bulan yaitu 105.782,56 m. Jarak yang harus ditempuh dalam proses pergudangan pada layout IV yaitu 1.269.390,72 m dalam setahun.

4.4.3.5 Alternatif *Layout V*

Berbeda dengan alternatif-alternatif sebelumnya, rak tempat penyimpanan pada alternatif *layout V* hanya mampu menyimpan 20 rak dengan memiliki 2 tingkat. Sedangkan kapasitas pada *layout* ini memiliki 132 *pallet*. Pintu gudang diletakkan dibagian tengah dan peletakkan kelas secara vertikal. Tempat untuk pencatatan produk berada disamping pintu gudang.

4.4.3.5.1 Perhitungan Utilitas Ruang

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama seperti pada alternatif I, II, III, IV memakai rumus (2-8). Pada *layout V* hanya memiliki jumlah rak penyimpanan sebanyak 20 rak sehingga hasil yang didapatkan yaitu nilai SUE sebesar 73,13%.

4.4.3.5.2 Perhitungan Jarak

Untuk melakukan perhitungan jarak perpindahan produk jadi menggunakan frekuensi dan lokasi tempat penyimpanan. Berikut merupakan perhitungan koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout V* yang terdapat di Tabel 4.33.

Tabel 4.33

Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif *Layout V*

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
AF	I	(1,95 ; 21,375)
	II	(5,375 ; 21,375)
	V	(7,25 ; 16,265)
	VIII	(7,25 ; 15,015)
	XI	(7,25 ; 6,985)
	XIV	(7,25 ; 5,735)
	XVII	(3,2 ; 0,625)
BS	III	(10,3 ; 21,375)
	VI	(12,55 ; 16,265)
	IX	(12,55 ; 15,015)
	XII	(12,55 ; 6,985)
	XV	(12,55 ; 5,735)
	XVIII	(7,875 ; 0,625)
CN	IV	(15,35 ; 21,375)
	VII	(16,6 ; 16,265)
	X	(16,6 ; 15,015)
	XIII	(16,6 ; 6,985)
	XVI	(16,6 ; 5,735)
	XIX	(12,55 ; 0,625)
	XX	(16,6 ; 0,625)
I/O Point		(0 ; 10,78)

Perhitungan koordinat titik pusat gabungan pada alternatif V dapat dilihat pada Tabel 4.34.

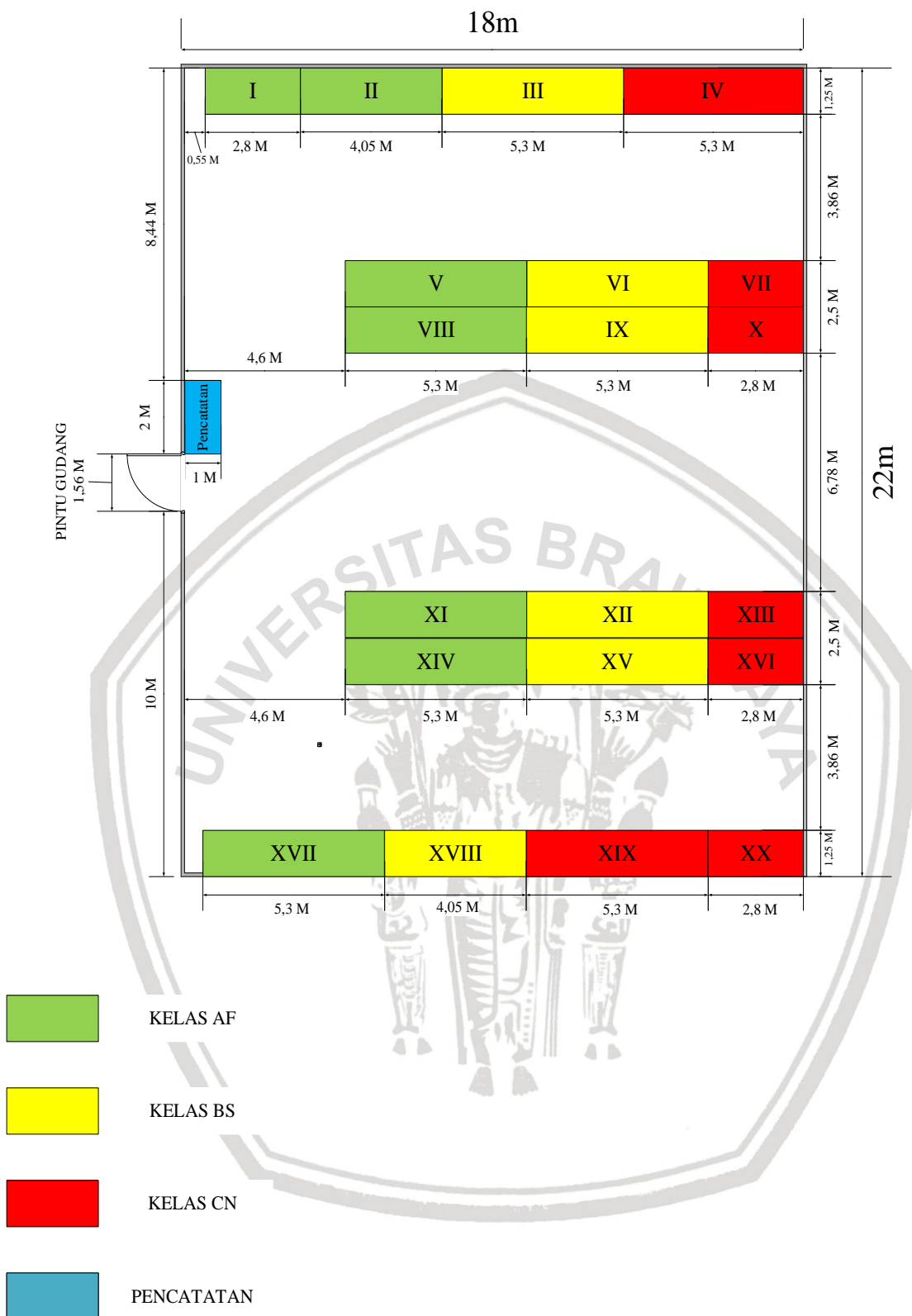
Tabel 4.34
Koordinat Titik Pusat Gabungan pada Alternatif *Layout V*

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat Gabungan (X;Y)	Jarak (m)
AF	I	(3,975 ; 21,375)	14,57
	II		
	V	(7,25 ; 16,265)	17,845
	VIII	(7,25 ; 15,015)	11,485
	XI	(7,25 ; 6,985)	11,045
	XIV	(7,25 ; 5,735)	17,405
	XVII	(3,2 ; 0,625)	13,355
BS	III	(10,3 ; 21,375)	20,895
	VI	(12,55 ; 16,265)	23,145
	IX	(12,55 ; 15,015)	16,785
	XII	(12,55 ; 6,985)	16,345
	XV	(12,55 ; 5,735)	22,705
	XVIII	(7,875 ; 0,625)	18,03
CN	IV	(15,35 ; 21,375)	25,945
	VII	(16,6 ; 16,265)	27,195
	X	(16,6 ; 15,015)	20,835
	XIII	(16,6 ; 6,985)	20,395
	XVI	(16,6 ; 5,735)	26,755
	XIX	(13,95 ; 0,625)	24,105
	XX		
I/O Point		(0 ; 10,78)	

Setelah mengetahui koordinat gabungan dan jarak antara kelas dengan titik *I/O point*, maka selanjutnya menghitung jarak total dengan cara mengalikan frekuensi dengan jarak tiap kelas yang terdapat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35
Perhitungan Jarak pada *Layout V*

Kelas	Rak	Frekuensi	Jarak	Total (m)
AF	I, II	336	14,57	4.895,52
	V	268	17,845	4.782,46
	VIII	268	11,485	3.077,98
	XI	268	11,045	2.960,06
	XIV	268	17,405	4.664,54
	XVII	268	13,355	3.579,14
	BS	III	184	20,895
VI		184	23,145	4.258,68
IX		184	16,785	3.088,44
XII		184	16,345	3.007,48
XV		184	22,705	4.177,72
XVIII		136	18,03	2.452,08
CN	IV	77	25,945	1.997,765
	VII	38	27,195	1.033,41
	X	38	20,835	791,73
	XIII	38	20,395	775,01
	XVI	38	26,755	1.016,69
	XIX, XX	114	24,105	2.747,97
Total				53.151,36



Gambar 4.25 Alternatif Layout V

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak perpindahan yang harus ditempuh yaitu 53.151,36 m setiap bulan. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perjalanan dikali dua sehingga jarak perpindahan setiap bulan yaitu

106.302,7 m. Dalam setahun jarak yang harus ditempuh dalam proses pergudangan pada *layout V* yaitu 1.275.633 m.

4.4.3.6 Alternatif *Layout VI*

Sama seperti alternatif V, pada alternatif *layout VI* juga memiliki 20 rak tempat penyimpanan dengan setiap rak memiliki 2 tingkat. Kapasitas yang mampu disimpan pada *layout ini* yaitu sebanyak 132 *pallet*. Peletakan pintu gudang berada pada bagian tengah dan peletakkan kelas secara horisontal. Pada Gambar 4.26 tempat pencatatan barang berada disamping pintu gudang.

4.4.3.6.1 Perhitungan Utilitas Ruang

Persamaan rumus (2-8) digunakan untuk menghitung *space utilization efficiency*. Memiliki jumlah tempat penyimpanan yang sama seperti pada *layout V*, membuat hasil nilai SUE juga sama yaitu 73,13%.

4.4.3.6.2 Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak perpindahan produk berdasarkan frekuensi dan lokasi tempat penyimpanan. Berikut perhitungan koordinat titik pusat rak pada alternatif *layout VI*.

Tabel 4.36

Koordinat Titik Pusat Rak pada Alternatif *Layout VI*

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat (X;Y)
AF	V	(7,25 ; 16,265)
	VIII	(7,25 ; 15,015)
	IX	(12,55 ; 15,015)
	X	(16,6 ; 15,015)
	XI	(7,25 ; 6,985)
	XII	(12,25 ; 6,985)
	XIII	(16,6 ; 6,985)
	XIV	(6 ; 5,735)
BS	I	(1,95 ; 21,375)
	II	(5,375 ; 21,375)
	VI	(11,3 ; 16,265)
	VII	(15,35 ; 16,265)
	XV	(10,05 ; 5,735)
	XVI	(15,35 ; 5,735)
	XVII	(2,575 ; 0,625)
CN	III	(10,05 ; 21,375)
	IV	(15,35 ; 21,375)
	XVIII	(7,25 ; 0,625)
	XIX	(12,55 ; 0,625)
	XX	(16,6 ; 0,625)
<i>I/O Point</i>		(0 ; 10,78)

Perhitungan koordinat titik pusat gabungan pada alternatif VI dijelaskan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37

Koordinat Titik Pusat Gabungan pada Alternatif *Layout* VI

Kelas	Rak	Koordinat Titik Pusat Gabungan (X;Y)	Jarak (m)
AF	V	(7,25 ; 16,265)	17,845
	VIII	(11,3 ; 15,015)	15,535
	IX		
	X		
	XI	(11,3 ; 6,985)	15,095
	XII		
	XIII		
	XIV		
BS	I	(3,95 ; 21,375)	14,57
	II	(13,95 ; 16,265)	24,545
	VI		
	VII		
	XV	(12,7 ; 5,735)	22,855
	XVI	(2,575 ; 0,625)	12,73
	XVII		
CN	III	(12,7 ; 21,375)	23,295
	IV		
	XVIII	(11,3 ; 0,625)	21,455
	XIX		
	XX		
<i>I/O Point</i>		(0 ; 10,78)	

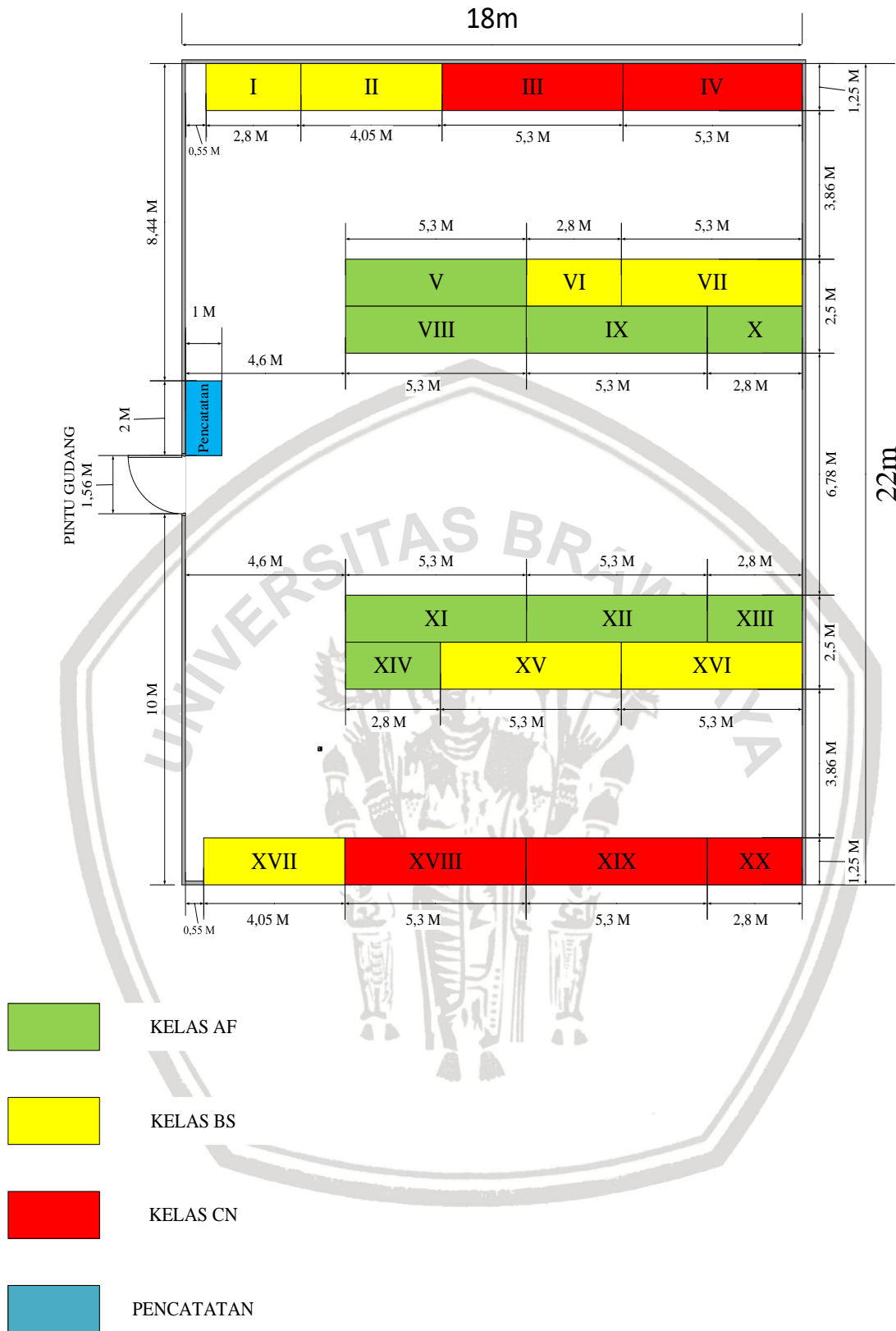
Setelah mengetahui koordinat gabungan dan jarak antara kelas dengan titik *I/O point*, kemudian menghitung jarak total dengan mengalikan frekuensi dengan jarak tiap kelas.

Tabel 4.38

Perhitungan Jarak pada *Layout* VI

Kelas	Rak	Frekuensi	Jarak	Total (m)
AF	V	258	17,845	4.604,01
	VIII, IX, X	645	15,535	10.020,08
	XI, XII, XIII	645	15,095	9.736,275
	XIV	128	16,155	2.067,84
BS	I, II	240	14,57	3.496,8
	VI, VII	288	24,545	7.068,96
	XV, XVI	384	22,855	8.776,32
	XVII	144	12,73	1.833,12
CN	III, IV	154	23,295	3.587,43
	XVIII, XIX, XX	192	21,455	4.119,36
Total				55.310,19

Setiap bulan jarak total perpindahan yang harus ditempuh pada *layout* VI yaitu 55.310,19 m. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perjalanan dikali dua dan didapatkan hasil jarak perpindahan setiap bulan yaitu 110.620,4 m. Dalam setahun jarak yang harus ditempuh dalam proses pergudangan pada *layout* VI yaitu 1.327.445 m.



Gambar 4.26 Alternatif layout VI

4.4.4 Penghitungan Waktu dan Biaya Layout Awal

Proses pergudangan terdiri dari aktivitas penyimpanan dan pengeluaran produk jadi, dan setiap aktivitasnya membutuhkan waktu tersendiri. Sistem penyimpanan dan

pengeluaran produk jadi yang dilakukan oleh PR. Jaya Makmur meliputi proses penerimaan, pencatatan dan pemindahan ke dalam gudang.

4.4.4.1 Perhitungan Waktu Setiap Aktivitas

Proses pergudangan pada PR. Jaya Makmur terdiri dari beberapa aktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39
Kegiatan Pada Proses Pergudangan

No	Proses	Aktivitas
1	Penyimpanan	Pencatatan barang masuk
2		Pemindahan barang ke blok penyimpanan
3	Pengeluaran	Penerimaan instruksi pengambilan
4		Pemindahan barang dari blok penyimpanan menuju pintu gudang
5		Pencatatan barang keluar

Setelah mengetahui aktivitas disetiap prosesnya, kemudian melakukan perhitungan waktu dengan menggunakan *stopwatch*. Dengan melakukan pengambilan data sebanyak 30 pada setiap aktivitasnya, maka akan dihasilkan waktu pada setiap prosesnya. Untuk waktu disetiap aktivitasnya dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40
Waktu Setiap Kegiatan Pada Proses Pergudangan

No	Proses	Aktivitas	Waktu (detik)
1	Penyimpanan	Pencatatan barang masuk	4,012
2		Pemindahan barang ke blok penyimpanan	790
3	Pengeluaran	Penerimaan instruksi pengambilan	4,51
4		Pemindahan barang dari blok penyimpanan menuju pintu gudang	807
5		Pencatatan barang keluar	3,11

Dapat dilihat Tabel 4.40 diketahui bahwa setiap orang membutuhkan waktu 794,012 detik untuk proses penyimpanan dan membutuhkan waktu 814,62 detik untuk proses pengeluaran barang setiap *pallet*.

4.4.4.2 Perhitungan Waktu Rata-Rata Seluruh Proses Pergudangan

Kemudian untuk mengetahui waktu seluruh proses pergudangan, maka waktu yang telah didapatkan pada Tabel 4.40 kemudian dikalikan dengan jumlah rata-rata produk yang masuk dan keluar gudang. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41
Waktu Rata-rata Seluruh Proses Pergudangan

Aktivitas	Jumlah Rata-Rata Produk Masuk dan Keluar (<i>Pallet</i>)	Waktu (s)	Total (s)
Penyimpanan	1548	794,01	1.229.127,48
Pengeluaran	1530	814,62	1.246.368,6
Jumlah	3078		2.475.496,08

Dapat diketahui pada sistem pergudangan pada gudang produk jadi saat ini yaitu terjadi pemindahan 3078 *pallet* dalam sebulan dengan waktu pemindahan yaitu sebesar 2.475.496,08 detik atau 687,6 jam. Karena didalam gudang memperkerjakan 16 orang untuk proses pemindahan barang, sehingga waktu total pemindahan dibagi dengan 16, sehingga didapatkan hasil 154.718,5 detik selama sebulan. Sehingga dalam satu tahun jumlah *pallet* yang dipindahkan yaitu 36.936 *pallet* dengan waktu pemindahan yaitu 1.856.622 detik atau 515,7 jam.

4.4.4.3 Perhitungan Biaya yang Dikeluarkan

Untuk biaya yang dikeluarkan pada proses pergudangan saat ini yaitu hanya meliputi biaya pekerja sebanyak 16 orang pekerja pemindah barang dengan gaji rata-rata perbulan setiap orangnya yaitu sebesar Rp 2.500.000, sehingga dalam sebulan perusahaan harus mengeluarkan biaya Rp. 40.000.000 atau Rp. 480.000.000 setiap tahunnya.

4.4.5 Penghitungan Waktu dan Biaya *Layout* Usulan

Pada perhitungan waktu pada *layout* usulan ini terdapat perbedaan dengan *layout* awal, hal ini disebabkan pada *layout* usulan *material handling* yang digunakan dalam proses pemindahan barang yaitu dengan menggunakan *forklift*.

4.4.5.1 Perhitungan Kecepatan *Forklift*

Untuk menghitung waktu pada *layout* usulan, terlebih dahulu harus mengetahui kecepatan *forklift* yang akan digunakan. Tertera pada Tabel 4.42. Kecepatan *forklift* yang digunakan diasumsikan stabil baik pada saat proses penyimpanan maupun proses pengeluaran produk jadi.

Tabel 4.42
Kecepatan *Forklift*

	<i>With load</i>	<i>Without load</i>
<i>Traveling Speeds</i>	3,75 m/detik	4,02 m/detik
<i>Lifting Speeds</i>	0,59 m/detik	0,65 m/detik
<i>Lowering Speeds</i>	0,45 m/detik	0,55 m/detik

4.4.5.2 Perhitungan Waktu Rata-rata Seluruh Proses Pergudangan

Setelah mengetahui kecepatan *forklift* yang digunakan, kemudian menentukan titik koordinat tengah pada setiap kelasnya. Berikut merupakan perhitungan waktu di setiap alternatif *layout*. Untuk menghitung waktu dapat menggunakan rumus perbandingan kecepatan yaitu:

$$t = \frac{s}{v}$$

Sumber: Wahyono dan Fahamsyah (2008)

Contoh perhitungan waktu pada kelas AF dengan membawa barang.

$$t = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}}$$

$$t = \frac{19,81 \text{ m}}{3,75 \text{ m/s}}$$

$$t = 5,28 \text{ detik}$$

Mengacu pada perhitungan diatas bahwa untuk melakukan proses penyimpanan dengan membawa barang menuju lokasi kelas AF membutuhkan waktu 5,28 detik sedangkan jika tanpa membawa barang membutuhkan waktu 4,92 detik, kemudian waktu ini ditambahkan dengan waktu untuk mengangkat dan menurunkan garpu *forklift*. Tabel 4.43 merupakan perhitungan waktu untuk pengangkatan garpu *forklift*:

Tabel 4.43
Waktu Pengangkatan Garpu *Forklift*

Tingkat Rak	Ketinggian (m)	Kecepatan With Load (m/detik)	Waktu With Load (detik)	Kecepatan Without Load (m/detik)	Waktu Without Load (detik)
1	0,1	0,59	0,17	0,65	0,15
2	2,95	0,59	5	0,65	4,54
Total			5,17		4,69

Waktu total pengangkatan dengan beban yaitu 5,17 detik pada kedua tingkat, sehingga rata-rata waktu pengangkatan yaitu 2,585 detik. Sedangkan waktu total pengangkatan tanpa beban yaitu 4,69 detik pada kedua tingkat, sehingga rata-rata waktu pengangkatan yaitu 2,345 detik. Untuk perhitungan waktu penurunan *forklift* dapat dilihat pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44
Waktu Penurunan Garpu *Forklift*

Tingkat Rak	Ketinggian (m)	Kecepatan With Load (m/detik)	Waktu With Load (detik)	Kecepatan Without Load (m/detik)	Waktu Without Load (detik)
1	0,1	0,45	0,22	0,55	0,18
2	2,95	0,45	6,55	0,55	5,36
Total			6,77		5,54

Sedangkan untuk waktu total penurunan dengan beban yaitu 6,77 detik pada kedua tingkat, sehingga rata-rata waktu penurunan garpu *forklift* yaitu 3,385 detik. Sedangkan waktu total penurunan tanpa beban yaitu 5,54 detik pada kedua tingkat, sehingga rata-rata waktu penurunan garpu *forklift* yaitu 2,77 detik. Kemudian menjumlahkan seluruh waktu. Kemudian menghitung waktu disetiap prosesnya seperti pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45

Waktu Proses Penyimpanan dan Pengeluaran Kelas AF *Layout I*

No	Proses	Aktivitas	Waktu (detik)
1	Penyimpanan	Pencatatan barang masuk	4,012
2		Pemindahan barang ke blok penyimpanan	11,4515
3		<i>Forklift</i> menuju pintu gudang	4,92
4	Pengeluaran	Penerimaan instruksi pengambilan	4,51
5		<i>Forklift</i> menuju blok penyimpanan	4,92
6		Pemindahan barang dari blok penyimpanan menuju pintu gudang	7,9458
7		Pencatatan barang keluar	3,11

Sehingga pada proses penyimpanan pada kelas AF membutuhkan waktu 20,3835 detik dan proses pengeluaran membutuhkan waktu 20,4858 detik. Perhitungan waktu di setiap kelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46

Waktu Rata-rata Seluruh Proses Pergudangan *Layout I*

No	Proses	Kelas	Jarak ke Pintu Gudang (m)	Waktu (t)
1	Penyimpanan	AF	19,81	20,3835
2		BS	25,05	25,7478
3		CN	28,64	28,7492
4	Pengeluaran	AF	19,81	20,4858
5		BS	25,05	25,9512
6		CN	28,64	30,4843

Langkah berikutnya mengalikan waktu setiap prosesnya dengan jumlah *pallet* yang keluar dan masuk selama 1 tahun untuk mendapatkan total waktu yang dibutuhkan untuk pemindahan produk selama 1 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47

Waktu Seluruh Proses Pergudangan *Layout I*

No	Proses	Kelas	Waktu (s)	Jumlah <i>Pallet</i>	Waktu Total (s)
1	Penyimpanan	AF	20,3835	840	17.122,21
2		BS	25,7478	530	13.646,34
3		CN	28,7492	178	5.117,36
4	Pengeluaran	AF	20,4858	836	17.126,19
5		BS	25,9512	526	13.650,33
6		CN	30,4843	168	5.121,37
TOTAL					71.783,8

Total waktu yang dibutuhkan dalam proses pergudangan pada *layout* usulan yaitu sebesar 71.783,8 detik perbulan atau dalam setahun yaitu sebesar 861.405,6 detik. Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dilakukan pada semua alternatif yang sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48

Waktu Perpindahan pada Setiap Alternatif

Alternatif	Waktu Perpindahan Setahun (detik)
1	861.405,6
2	883.416,1
3	638.953,9

4	655.090,8
5	658.308
6	685.013,2

Alternatif yang memiliki waktu perpindahan terpendek yaitu alternatif 3 dengan waktu 638.953,9 detik dalam setahun, sedangkan alternatif yang mempunyai waktu perpindahan terlama yaitu alternatif 2 dengan waktu 883.416,1 detik dalam setahun.

4.4.5.3 Perhitungan Biaya yang Dikeluarkan

Pada perhitungan biaya pada layout usulan, meliputi biaya pembelian *forklift*, biaya bahan bakar, biaya depresiasi, biaya operator, serta biaya pengadaan rak.

1. Biaya Pembelian *Forklift*

Biaya ini tergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan. Pada penelitian ini alat *material handling* yang digunakan yaitu *forklift*. Adapun jenis dan spesifikasi dari *forklift* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49
Jenis dan Spesifikasi *Forklift*

Merk	<i>Bomac</i>
Kapasitas	1000 kg
Harga pembelian	Rp 1.200.000.000
Umur ekonomis	10 tahun
Nilai sisa	Rp. 600.000.000
Biaya <i>maintenance</i>	Rp. 2.100.000
Jenis bahan bakar	Solar

2. Biaya Bahan Bakar

Pada biaya bahan bakar, bergantung pada jarak yang ditempuh. Dengan menggunakan *forklift* berkapasitas 1 ton membutuhkan bahan bakar berupa bio solar sebanyak 1 liter untuk menempuh jarak 5 km. Dengan harga bahan bakar *forklift* yaitu solar seharga Rp. 11850 setiap liternya (harga per Juli 2018). Berikut merupakan perhitungan biaya bahan bakar dalam satu tahun pada *layout I*.

$$\text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} = \frac{\text{jarak perpindahan satu tahun}}{\text{jarak yang mampu ditempuh per liter}}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} = \frac{1.669.673,76 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} = 334 \text{ liter}$$

Perhitungan diatas menunjukkan, setiap tahunnya *forklift* membutuhkan solar sebanyak 334 liter untuk proses pergudangan. Sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar *forklift* yaitu 334 liter x Rp. 11850 yaitu sebesar Rp. 3.957.900,-. untuk perhitungan setiap alternatif layout dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50
Biaya Bahan Bakar

<i>Layout</i>	Jarak Perpindahan (m)	Kebutuhan Bahan Bakar Pertahun (liter)	Harga Bio Solar perliter	Biaya Total
1	1.669.673,76	334	11850	Rp 3.957.900
2	1.721.016,96	345	11850	Rp 4.088.250
3	1.238.082,48	248	11850	Rp 2.938.800
4	1.269.390,72	254	11850	Rp 3.009.900
5	1.275.633	256	11850	Rp 3.033.600
6	1.327.445	266	11850	Rp 3.140.250

Dari Tabel 4.50 alternatif layout yang membutuhkan biaya bahan bakar terkecil adalah alternatif layout 3 dengan biaya bahan bakar Rp 2.938.800,-.

3. Biaya Depresiasi

Forklift merupakan salah satu aset perusahaan yang nilainya menurun akibat waktu dan pemakaian sehingga mengalami depresiasi. Berikut merupakan perhitungan biaya depresiasi dari forklift yang digunakan. Harga beli forklift seharga 1,2 milyar dan memiliki nilai jual kembali seharga 600 juta setelah pemakaian selama 10 tahun.

$$D_t = \frac{P-S}{N}$$

Sumber: Pujawan (2009)

$$P = 1.200.000.000$$

$$S = 600.000.000$$

$$N = 10$$

$$D_{t(1 \text{ ton})} = \frac{1.200.000.000 - 600.000.000}{10}$$

$$D_{t(1 \text{ ton})} = \text{Rp } 60.000.000$$

Sehingga biaya depresiasi yang harus dikeluarkan perusahaan setiap tahunnya yaitu sebesar Rp. 60.000.000,-.

4. Biaya Operator

Untuk menghitung biaya operator ditentukan dari jumlah karyawan bekerja yang mengoperasikan *material handling*. Pada gudang produk jadi di PR.Jaya Makmur direncanakan hanya menggunakan 1 orang yang mengoperasikan *forklift*. Para pekerja hanya berkerja 1 shift setiap harinya. Biaya satu orang sebesar Rp. 2.500.000,- setiap bulannya sehingga dalam satu tahun biaya pekerja yang harus dikeluarkan yaitu sebesar Rp. 30.000.000,-.

5. Biaya Pengadaan Rak

Biaya Pengadaan Rak meliputi biaya pembuatan rak dan biaya pengadaan *pallet*. yang akan diterapkan pada setiap *layout* usulan membutuhkan biaya sebesar Rp. 161.644.336 dengan kapasitas penyimpanan 136 *pallet*. Sedangkan untuk penyimpanan 132 *pallet* membutuhkan biaya pengadaan rak sebesar Rp. 144.913.942,-.

Setelah mengetahui biaya yang harus dikeluarkan disetiap alternatif *layout*, sehingga didapatkan biaya keseluruhan pada setiap alternatif *layout* seperti pada Tabel 4.51.

Tabel 4.51
Biaya Keseluruhan Setiap Alternatif (dalam rupiah)

Biaya	Alternatif <i>Layout</i>					
	1	2	3	4	5	6
Bahan bakar	3.957.900	4.088.250	2.938.800	3.009.900	3.033.600	3.140.250
Depresiasi	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000
<i>Maintenance</i>	2.100.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000
Operator	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000
Pengadaan Rak	161.644.336	161.644.336	161.644.336	161.644.336	144.913.942	144.913.942
Total Biaya	257.702.236	257.832.586	256.683.136	256.754.236	240.047.542	240.154.192

4.5 Pemilihan Alternatif *Layout*

Pada subbab sebelumnya telah dibuat empat alternatif *layout* dan sebagai perbandingannya yaitu kapasitas, jarak perpindahan pertahun, waktu pemindahan pertahun dan biaya yang dikeluarkan pertahun. Keempat alternatif tersebut nilai yang berbeda-beda pada ketiga parameter, sedangkan pada parameter kapasitas setiap alternatif memiliki nilai yang sama. Hasil dari setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 4.52.

Tabel 4.52
Hasil setiap Alternatif *Layout*

Alternatif <i>Layout</i>	Kapasitas (<i>pallet</i>)	Jarak (m)	Waktu (detik)	Biaya (rupiah)
1	136	1.669.673,76	861.405,6	Rp. 257.702.336
2	136	1.721.016,96	883.416,1	Rp. 257.832.586
3	136	1.238.082,48	638.953,9	Rp. 256.683.136
4	136	1.269.390,72	655.090,8	Rp. 256.754.236
5	132	1.275.633	658.308	Rp. 240.047.542
6	132	1.327.445	685.013,2	Rp. 240.154.192

Hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa semua alternatif memiliki nilai yang menonjol pada salah satu parameter, sehingga diperlukan pembobotan untuk memilih alternatif yang paling optimal. Penentuan prioritas parameter dan bobot merupakan hasil diskusi dengan pihak perusahaan. Pada penelitian ini yang menjadi prioritas utama dalam pemilihan alternatif *layout* adalah jarak dan waktu proses pemindahan barang. Hal ini dikarenakan tujuan utama dari merancang tata letak gudang adalah untuk memperpendek jarak yang ditempuh untuk pemindahan barang, sehingga waktu yang dibutuhkan dalam

proses pemindahan barang dapat semakin cepat. *Rating* nilai untuk masing-masing parameter menggunakan skala angka yang berkisar antara 0 sampai 10, yang mana angka 10 merupakan nilai terbaik. *Rating* nilai parameter diperoleh dari nilai setiap alternatif yang terdapat pada Tabel 4.51, misalnya parameter kapasitas penyimpanan pada alternatif I hingga alternatif VI nilainya berkisar antara 132 *pallet* sampai 136 *pallet*, sehingga nilai parameternya adalah 132 untuk *rating* nilai terburuk dan 136 untuk *rating* nilai terbaik. *Rating* nilai didapatkan dengan menggunakan perhitungan interpolasi. Perhitungan *rating* nilai setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 4.53. Salah satu contoh perhitungan yaitu *rating* nilai jarak untuk alternatif I.

Tabel 4.53
Rating Nilai Setiap Parameter

Nilai Parameter				Rating (Rt)
Kapasitas	Jarak	Waktu	Biaya	
136	1.238.082,48	638.953,90	240.047.542	10
135,6	1.286.375,928	663.400,12	241.826.046,4	9
135,2	1.334.669,376	687.846,34	243.604.550,8	8
134,8	1.382.962,824	712.292,56	245.383.055,2	7
134,4	1.431.256,272	736.738,78	247.161.559,6	6
134	1.479.549,72	761.185	248.940.064	5
133,6	1.527.843,168	785.631,22	250.718.568,4	4
133,2	1.576.136,616	810.077,44	252.497.072,8	3
132,8	1.624.430,064	834.523,66	254.275.577,2	2
132,4	1.672.723,512	858.969,88	256.054.081,6	1
132	1.721.016,96	883.416,10	257.832.586	0

Untuk menghitung *rating* nilai yang tepat sesuai dengan nilai parameternya maka perlu menggunakan perhitungan interpolasi sebagai berikut. Nilai jarak perpindahan pada alternatif *layout* I adalah sebesar 1.669.673,76 berada pada kisaran nilai 1.624.430,064 hingga 1.672.723,512 sehingga skor nilainya berkisar antara *rating* 1 hingga 2.

$$\frac{1.624.430,064 - 1.669.673,76}{1.624.430,064 - 1.672.723,512} = \frac{2 - x}{2 - 1}$$

$$\frac{-45.243,696}{-48.293,448} = \frac{2 - x}{1}$$

$$0,937 = 2 - x$$

$$X = 2 - 0,937$$

$$X = 1,063$$

Hasil perhitungan yang diperoleh yaitu bahwa jarak perpindahan sebesar 1.669.673,76 meter memiliki *rating* nilai 1,063 dan perhitungan dilakukan untuk semua nilai pada parameter yang ada. Seluruh hasil perhitungan interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.54. Perhitungan *weighted factor comparison* yang berisi *score* (Sc.) yang merupakan hasil

perkalian dari *weight* dengan *Rating* (Rt). Nilai *weight* didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan.

Tabel 4.54
Perhitungan *Weighted Factor Comparison*

Faktor	Weight	Layout I		Layout II		Layout III		Layout IV		Layout V		Layout VI	
		Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.
Kapasitas	25	10	250	10	250	10	250	10	250	0	0	0	0
Jarak	30	1,063	31,89	0	0	10	300	9,35	280,5	9,222	276,66	8,149	244,47
Waktu	25	0,9	22,5	0	0	10	250	9,34	233,5	9,208	230,2	8,115	202,875
Biaya	20	0,073	1,46	0	0	0,646	12,92	0,606	12,12	10	200	9,94	198,8
Total			305,85		250		812,92		776,12		706,86		646,145

Alternatif yang memiliki total skor tertinggi merupakan alternatif yang paling optimal. pada Tabel 4.54 alternatif yang memiliki skor tertinggi yaitu alternatif III dengan skor 812,92, sehingga alternatif III yang terpilih sebagai *layout* usulan.

4.6 Perancangan Prosedur Pengendalian Barang pada Gudang

Pengendalian barang dirancang berdasarkan *layout* terpilih yaitu *layout* III. Pada *layout* awal masih belum menerapkan sistem *First In First Out* (FIFO) sehingga pada *layout* usulan perlu diterapkan prosedur penyimpanan dan pengeluaran dengan prinsip FIFO, karena produk yang disimpan memiliki waktu kadaluarsa relatif singkat.

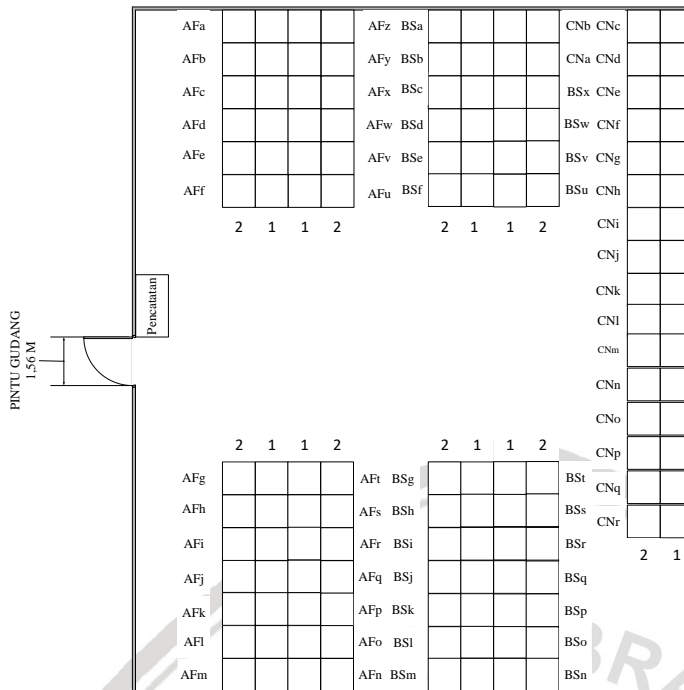
4.6.1 Pengendalian Barang pada Aktivitas Penyimpanan

Pada aktivitas penyimpanan dimulai dengan pencatatan barang masuk yang meliputi pencatatan jumlah produk yang masuk dan tanggal produksinya, namun pada saat ini bagian gudang hanya mencatat jumlah produk yang masuk saja. Penyimpanan produk pada gudang saat ini yaitu dengan meletakkan pada ruang yang kosong dan tidak berdasarkan tanggal produksi, sehingga pada saat pengambilan barang pekerja membutuhkan waktu yang lama dalam mencari barang jika berdasarkan tanggal produksi dan terkadang pekerja juga mengambil barang yang dekat dengan pintu gudang terlebih dahulu.

Prosedur penyimpanan barang berdasarkan *layout* yang terpilih yakni *layout* III. Pengendalian barang ini meliputi pengidentifikasi lokasi rak, penataan produk di rak, pengendalian lokasi barang dengan menggunakan papan kendali.

1. Pengendalian lokasi rak.

Semua rak pada gudang diberikan penomoran abjad untuk satu lokasi *pallet* dan angka untuk menunjukkan tingkat pada rak. Penomoran ini dipasang pada rak dan juga pada papan kendali digudang. Rancangan papan kendali yang akan digunakan tertera pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Papan kendali

Bentuk penomoran terdiri dari 3 abjad dan 1 angka. Pada 2 abjad huruf besar pertama menunjukkan kelas pada produk, abjad huruf kecil selanjutnya menunjukkan urutan dalam kelas, penomoran di papan kendali mengikuti bentuk siklus, sebagai contoh rak AFz berdekatan dengan rak BSa dan rak BSx berdekatan dengan rak CNa.

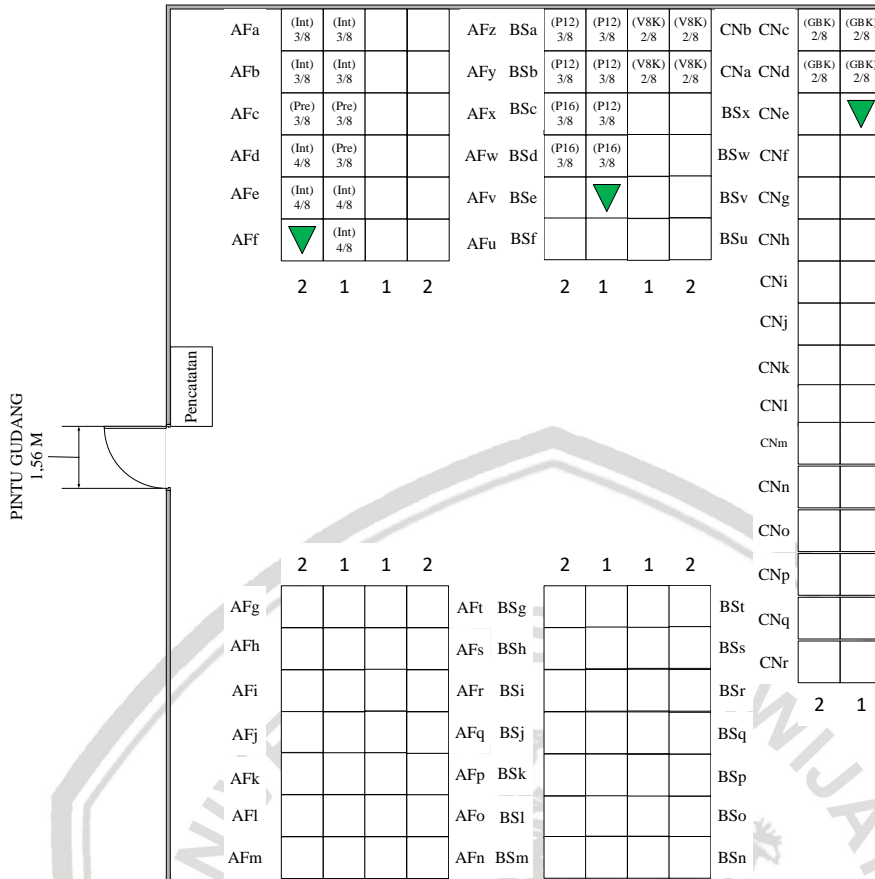
2. Prosedur penataan produk di rak.

Produk yang sudah tertata pada *pallet* kemudian disimpan sesuai tanggal produksinya. Prosedur penyimpanan pada rak dilakukan sebagai berikut:

- a. Pada penataan pertama, *pallet* disimpan pada rak yang memiliki abjad paling awal dan tingkat paling bawah.
- b. *Pallet* selanjutnya disimpan diatas *pallet* pertama.
- c. Penyimpanan *pallet* berikutnya diletakkan pada abjad selanjutnya dengan tingkat paling bawah, dikarenakan rak hanya memiliki 2 tingkat. Ini dilakukan sampai seluruh *pallet* tersimpan pada rak.
- d. Pencatatan kode produk dan tanggal produksi pada papan kendali dan pemberian tanda hijau pada lokasi rak yang akan diisi selanjutnya.
- e. Peletakkan *pallet* selanjutnya yaitu mengikuti tanda hijau pada papan kendali.

3. Pengendalian lokasi barang dengan papan kendali.

Pada papan kendali dapat terlihat lokasi rak yang kosong, tanggal produksi pada rak yang terisi, lokasi terakhir rak yang diisi dan lokasi terakhir yang diambil.



Gambar 4.28 Papan kendali pada aktivitas penyimpanan

Petugas harus selalu memperbaharui papan kendali untuk menghindari kesalahan informasi. Pencatatan kode produk dan tanggal produksi pada papan kendali dilakukan dengan menuliskan tanggal dan bulan dalam angka pada setiap lokasi penyimpanan. Pemberian warna hijau pada lokasi penyimpanan yang akan diisi selanjutnya seperti pada Gambar 4.28.

4.6.2 Pengendalian Barang pada Aktivitas Pengeluaran

Pengendalian barang dilakukan dengan cara mengambil produk dengan tanggal produksi yang paling awal. Lokasi produk yang akan diambil dapat diketahui dengan mudah dengan menggunakan papan kendali. Tanda ungu pada papan kendali menunjukkan lokasi *pallet* yang terakhir diambil. Pengendalian pada aktivitas pengeluaran meliputi prosedur pengeluaran produk dan pembaharuan informasi pada papan kendali.

1. Prosedur pengeluaran produk.

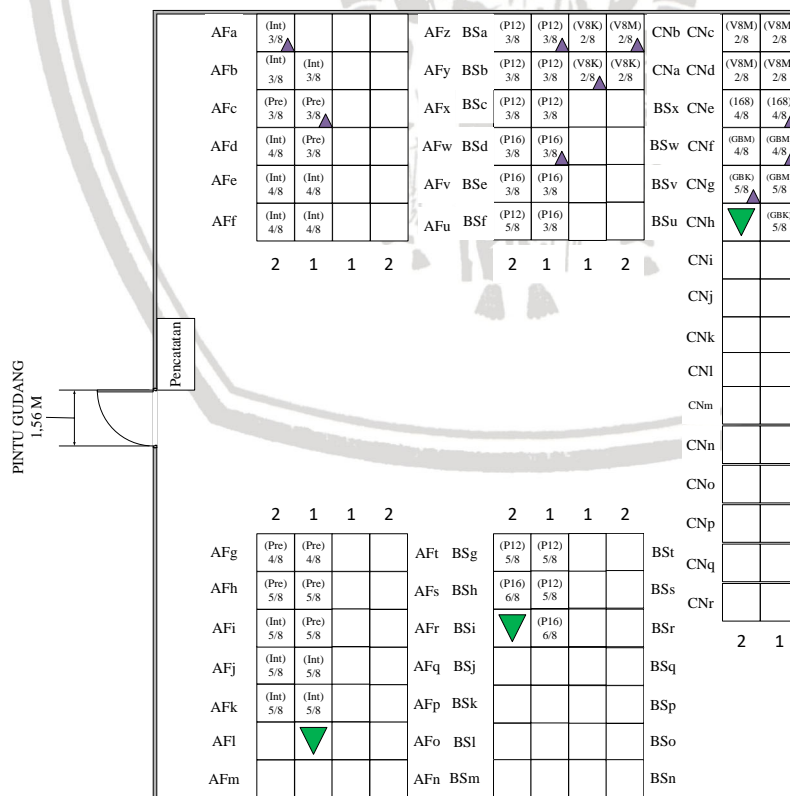
Pengeluaran produk pada gudang harus mengikuti prosedur agar tidak terjadi kesalahan.

Prosedur pengeluaran barang sebagai berikut:

- a. Pengambilan produk berdasarkan produk yang diinginkan dan tanggal produksi yang paling awal atau mengikuti tanda ungu pada papan kendali. Pemberian tanda ungu pada setiap jenis produk.
- b. Pengambilan produk selanjutnya dengan cara mengambil ke lokasi penyimpanan yang memiliki abjad selanjutnya dan dari tingkat bawah hingga tingkat teratas.
- c. Pada akhir pengambilan produk, dilakukan penghapusan kode produk dan tanggal produksi pada papan kendali dan pemberian tanda ungu pada lokasi pengambilan terakhir.
- d. Pengeluaran produk selanjutnya mengikuti tanda ungu pada papan kendali atau sesuai produk yang diinginkan dan memiliki tanggal produksi paling awal.

2. Pembaharuan informasi pada papan kendali

Pembaharuan informasi dilakukan dengan cara penghapusan tanggal produksi pada lokasi produk yang telah diambil dan memberi tanda ungu pada lokasi terakhir pengeluaran tertera pada Gambar 4.29. Ketika produk dikeluarkan dari gudang, maka petugas harus segera melakukan pembaharuan pada papan kendali untuk mencegah terjadinya kesalahan. Penghapusan tanggal produksi dilakukan setelah produk dikeluarkan dari gudang dan dipindahkan kedalam truk kontainer untuk dilakukan proses pengiriman.



Gambar 4.29 Papan kendali saat aktivitas pengeluaran

4.7 Analisis dan Pembahasan

Pada layout gudang awal, gudang memiliki kapasitas penyimpanan barang yaitu sebanyak 132 *pallet*, penempatan barang yang tidak memperhatikan aktivitas keluar masuk produk, sehingga produk yang sering keluar masuk diletakkan jauh dari pintu gudang dan mengakibatkan jarak perpindahan pertahun yaitu 1.269.193 m. Pemandangan produk jadi yang masih dilakukan secara manual dengan cara mengangkat produk secara satu per satu membuat waktu pemindahan produk pertahun sebesar 1.856.622 detik. Untuk biaya yang harus dikeluarkan pada *layout* gudang awal yaitu sebesar Rp. 480.000.000,- setiap tahunnya.

Pada penelitian ini dibuat enam alternatif *layout* yang kemudian dibandingkan berdasarkan beberapa parameter yaitu kapasitas penyimpanan, jarak, waktu dan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan selama satu tahun. Alternatif I peletakkan pintu gudang berada di bagian selatan dan mampu menyimpan barang sebanyak 136 *pallet*, jumlah ini cukup besar dibandingkan *layout* awal yang hanya mampu menyimpan barang sebanyak 132 *pallet*, akan tetapi jarak perpindahan yang harus ditempuh pada alternatif ini sejauh 1.669.673,76 m lebih besar dibandingkan *layout* awal yang hanya memiliki jarak perpindahan sejauh 1.269.193 m. Alternatif II peletakkan pintu gudang juga berada di bagian selatan dan mampu menyimpan barang sebanyak 136 *pallet*, akan tetapi jarak perpindahan yang harus ditempuh pada alternatif ini sejauh 1.721.016,96 m lebih besar dibandingkan *layout* awal yang hanya memiliki jarak perpindahan sejauh 1.269.193 m dan memiliki waktu pemindahan 883.416,1 detik per tahun. Alternatif III peletakkan pintu gudang berada di bagian tengah dan mampu menyimpan barang sebanyak 136 *pallet*, dan memiliki jarak perpindahan dan waktu pemindahan terkecil dibandingkan alternatif *layout* lainnya, yaitu dengan jarak perpindahan sejauh 1.238.082,48 m dan waktu pemindahan 638.953,9 detik. Alternatif IV peletakkan pintu gudang juga berada di bagian tengah dan mampu menyimpan barang sebanyak 136 *pallet*, akan tetapi jarak perpindahan yang harus ditempuh pada alternatif ini sejauh 1.269.390,72 m lebih besar dibandingkan *layout* awal yang memiliki jarak perpindahan sejauh 1.269.193 meter. Alternatif V peletakkan pintu gudang berada di bagian tengah dan hanya mampu menyimpan barang sebanyak 132 *pallet* jumlah ini sama seperti kapasitas pada *layout* gudang awal yang hanya mampu menyimpan produk sebanyak 132 *pallet*, akan tetapi biaya yang harus dikeluarkan pada alternatif ini yaitu sebesar Rp 240.047.542,-, jumlah ini paling murah dibandingkan pada alternatif lainnya. Alternatif VI peletakkan pintu gudang berada di bagian tengah dan mampu menyimpan barang sebanyak 132 *pallet*, akan tetapi jarak perpindahan yang harus ditempuh pada alternatif ini sejauh 1.327.445 m lebih

besar dibandingkan *layout* awal yang memiliki jarak perpindahan sejauh 1.269.193 m per tahun.

Alternatif yang dipilih merupakan alternatif yang memiliki skor tertinggi. Berdasarkan Tabel 4.52 *layout* yang memiliki nilai kapasitas penyimpanan terbesar yaitu *layout* I, II, III, IV. *Layout* yang memiliki nilai jarak perpindahan terpendek yaitu *layout* III, *layout* yang memiliki nilai waktu pemindahan terpendek adalah *layout* III. Sedangkan *layout* yang memiliki nilai biaya termurah adalah *layout* V. Karena tidak ada *layout* yang memiliki nilai tertinggi disemua parameter sehingga diperlukan metode *weight factor comparison* untuk menentukan *layout* yang paling optimal berdasarkan bobot yang diberikan pada setiap parameter.

Pada Tabel 4.54 didapatkan bahwa alternatif *layout* yang memiliki total skor tertinggi adalah *layout* III dengan total skor yaitu 812,92. Pada *layout* III memiliki jarak perpindahan setahun yaitu sebesar 1.238.082,48 m. Sedangkan untuk waktu perpindahan pada alternatif *layout* III yaitu membutuhkan waktu 638.953,9 detik dalam setahun. Pada *layout* III memiliki kapasitas penyimpanan produk yaitu 136 *pallet*, jumlah ini lebih besar dari kapasitas *layout* awal yang hanya mampu menyimpan 132 *pallet*, sehingga dengan pemilihan alternatif *layout* III mampu meningkatkan kapasitas penyimpanan sebanyak 4 *pallet* atau 120 karton. Adapun perbandingan *layout* awal dengan *layout* usulan yang terpilih yang mana pada penelitian ini yang terpilih adalah *layout* usulan III.

Tabel 4.55
Perbandingan *Layout* Awal dengan *Layout* Usulan

	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> Usulan
Jarak (meter)	1.269.193	1.238.082,48
Waktu (detik)	1.856.622	638.953,9
Biaya	Rp 480.000.000	Rp 256.683.136

Pada Tabel 4.56 terjadi penurunan jarak tempuh yang awalnya 1.269.193 m menjadi 1.238.082,48 m sehingga terjadi penurunan sebesar 31.110,52 m atau 2,45% dari kondisi awal. Untuk waktu terjadi penurunan sebesar 1.217.668,1 detik atau sebesar 65,6% dari kondisi awal, sedangkan untuk biaya terjadi penurunan sebesar Rp. 223.316.864,- atau sebesar 46,5% dari kondisi awal.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Sedangkan saran dituliskan untuk memberi masukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, baik untuk tempat penelitian maupun untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis pembahasan mengenai perancangan tata letak gudang produk jadi pada PR. Jaya Makmur dengan menggunakan metode *Class Based Storage* dan *Racking Pallet System*, dapat diambil kesimpulan adalah:

1. Pembentukan kelas menjadi 3 kelas yaitu kelas AF, BS, dan CN. Produk jadi pada kelas AF terdiri dari 2 produk jadi atau 22% dari total item produk jadi yang merepresentasikan investasi sebesar 61,09% dan kumulatif persentase frekuensi sebesar 54,45%. Produk jadi pada kelas BS terdiri dari 2 produk atau 22% dari total item produk jadi yang merepresentasikan investasi sebesar 33,42% dan kumulatif persentase frekuensi sebesar 34,3%. Produk jadi pada kelas CN terdiri dari 5 produk atau 56% dari total item produk jadi yang merepresentasikan investasi sebesar 5,49% dan kumulatif persentase frekuensi sebesar 11,25%. Berdasarkan perhitungan jumlah tempat penyimpanan, seharusnya gudang memiliki tempat penyimpanan sebanyak 136 *pallet*, akan tetapi pada layout awal gudang hanya mampu menyimpan produk sebanyak 132 *pallet*.
2. Pada perancangan tata letak gudang produk jadi yang baru menggunakan metode *Class Based Storage* dimana produk pada kelas AF, BS, dan CN diposisikan berdasarkan dua tipe *aisle* dan peletakkan pintu gudang. Jumlah alternatif *layout* yang muncul yaitu enam alternatif *layout* dengan hasil perhitungan utilitas ruang, jarak perpindahan, waktu perpindahan, Ongkos *Material Handling* (OMH) dan biaya pengadaan rak sebagai berikut.
 - a. Alternatif *layout* I memiliki jumlah penyimpanan sebanyak 136 *pallet*. Pada alternatif ini memiliki jarak perpindahan sejauh 1.669.673,76 m dan waktu perpindahan selama 861.405,6 detik dalam satu tahun. Dan juga membutuhkan

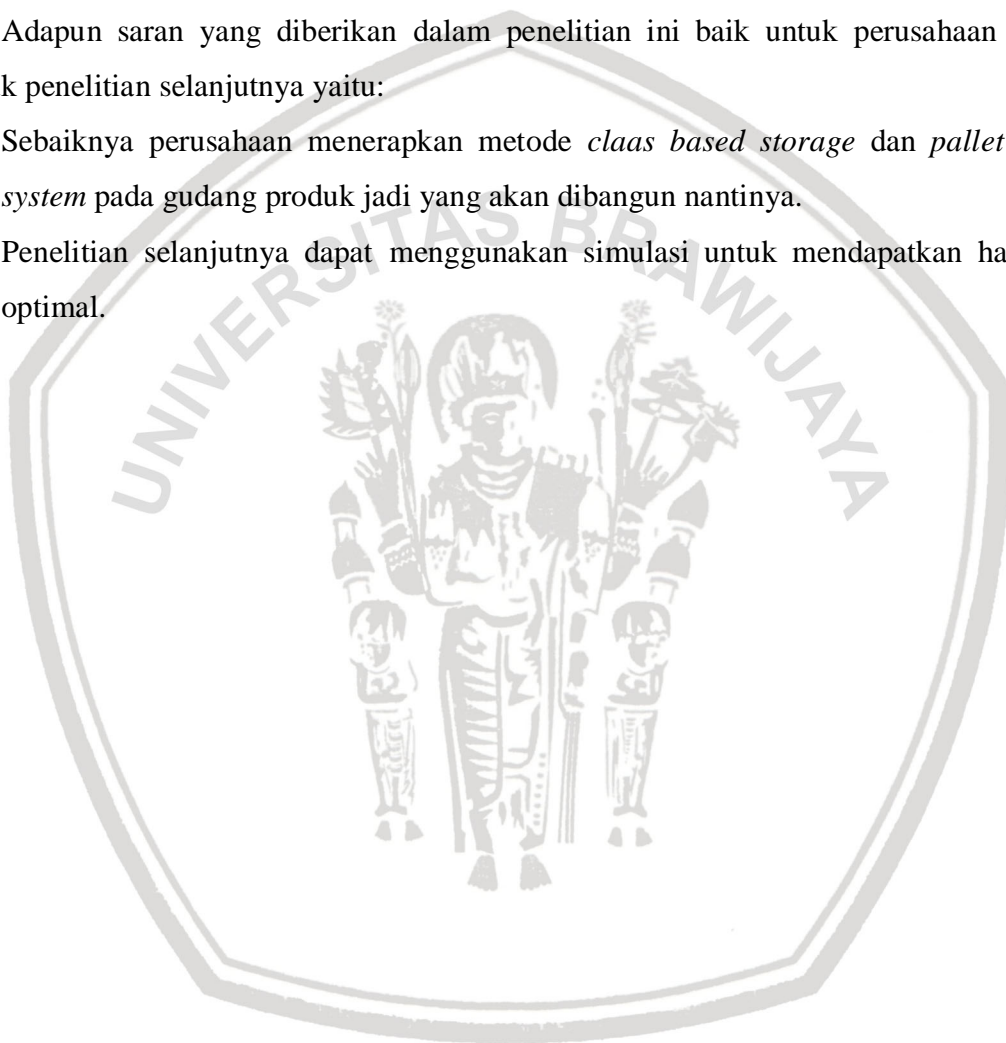
- ongkos *material handling* sebesar Rp 96.057.900,- pertahun dan biaya pengadaan rak sebesar Rp 161.644.336,-.
- b. Alternatif *layout* II memiliki jumlah penyimpanan sebanyak 136 *pallet*. Pada alternatif ini memiliki jarak perpindahan sejauh 1.721.016,96 m dan waktu perpindahan selama 883.416,1 detik dalam satu tahun. Dan juga membutuhkan ongkos *material handling* sebesar Rp 96.188.250,- pertahun dan biaya pengadaan rak sebesar Rp 161.644.336,-.
 - c. Alternatif *layout* III memiliki jumlah penyimpanan sebanyak 136 *pallet*. Pada alternatif ini memiliki jarak perpindahan sejauh 1.238.082,48 m dan waktu perpindahan selama 638.953,9 detik dalam satu tahun. Dan juga membutuhkan ongkos *material handling* sebesar Rp 95.038.800,- pertahun dan biaya pengadaan rak sebesar Rp 161.644.336,-.
 - d. Alternatif *layout* IV memiliki jumlah penyimpanan sebanyak 136 *pallet*. Pada alternatif ini memiliki jarak perpindahan sejauh 1.269.390,72 m dan waktu perpindahan selama 655.090,8 detik dalam satu tahun. Dan juga membutuhkan ongkos *material handling* sebesar Rp 95.109.900,- pertahun dan biaya pengadaan rak sebesar Rp 161.644.336,-.
 - e. Alternatif *layout* V memiliki jumlah penyimpanan sebanyak 132 *pallet*. Pada alternatif ini memiliki jarak perpindahan sejauh 1.275.633 m dan waktu perpindahan selama 658.308 detik dalam satu tahun. Dan juga membutuhkan ongkos *material handling* sebesar Rp 95.133.600,- pertahun dan biaya pengadaan rak sebesar Rp 144.913.942,-.
 - f. Alternatif *layout* VI memiliki jumlah penyimpanan sebanyak 132 *pallet*. Pada alternatif ini memiliki jarak perpindahan sejauh 1.327.445 m dan waktu perpindahan selama 685.013,2 detik dalam satu tahun. Dan juga membutuhkan ongkos *material handling* sebesar Rp 95.240.250,- pertahun dan biaya pengadaan rak sebesar Rp 144.913.942,-.
3. Berdasarkan enam alternatif *layout* yang telah dibuat, langkah selanjutnya yaitu membandingkan keenam alternatif tersebut berdasarkan empat aspek yaitu kapasitas gudang, jarak perpindahan per tahun, waktu pemindahan barang per tahun dan biaya yang dikeluarkan per tahun. Pemilihan alternatif yang paling optimal menggunakan metode *weighted factor comparison*. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode tersebut didapatkan hasil bahwa alternatif *layout* yang memiliki skor tertinggi yaitu pada alternatif *layout* III dengan skor 812,92. Sehingga alternatif

layout III dipilih sebagai rancangan tata letak gudang produk jadi yang baru pada PR. Jaya Makmur. Ketika memilih *layout* III, terjadi penurunan jarak tempuh yang awalnya 1.269.193 m menjadi 1.238.082,48 m sehingga terjadi penurunan sebesar 31.110,52 m atau 2,45% dari kondisi awal. Untuk waktu terjadi penurunan sebesar 1.217.668,1 detik atau sebesar 65,6% dari kondisi awal, sedangkan untuk biaya terjadi penurunan sebesar Rp 223.316.864,- atau sebesar 46,5% dari kondisi awal.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan dalam penelitian ini baik untuk perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Sebaiknya perusahaan menerapkan metode *claa based storage* dan *pallet racking system* pada gudang produk jadi yang akan dibangun nantinya.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan simulasi untuk mendapatkan hasil yang optimal.





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Bandung: ITB.
- Aziz, H. (2014). Perancangan Tata Letak dan Pallet Racking System sebagai Pendukung Pengendalian Barang DI Gudang Produk Jadi. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Darma, A. S. (2015). Usulan Perencanaan Tata Letak Gudang Material menggunakan Kebijakan Class Based Storage. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, J. (2007). Design and control of warehouse order picking. *European Journal of Operation Research* 182(2), 481-501.
- Hadiguna, R. A. (2009). *Manajemen Pabrik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Operations Management*. Jakarta: Erlangga.
- Heragu, S. S. (1996). *Facilities Design*. Boston: PWS Publishing Company.
- Heragu, S. S. (2008). *Facilities Design*. New York: CRS Press.
- Kurniawan, I. (2014). Perbaikan Tata Letak Gudang pada PR Sukun Sigaret Menggunakan Metode Shared Storage. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- Ma'arif, S., & Tanjung, H. (2003). *Manajemen Operasi*. Jakarta: PT. Grasindo.
- MGMP FISIKA. (2015). *Buku Pintar Belajar FISIKA*. Ngajuk: Sagufindo Kinarya.
- Nasution, A. H., & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Parekh, S., lee, J., & Kozman, T. A. (2008). A Decision Support System for Inventory Management. 513-521.
- Permana, I., Ilhami, M., & Febianti, E. (2014). *Relayout Tata Letak Gudang Produk Jadi Menggunakan Metode Dedicated Storage di PT.ABC*. Serang: Jurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Pujawan, I. N. (2009). *Ekonomi Teknik*. Surabaya: Guna Widya.
- Purnomo, H. (2004). *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Purwanto, & Ali, M. (2008). *Teknik dan Manajemen Pergudangan*. Yogyakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, CV.
- Teunter, R., Babai, M., & Syntetos, A. (2010). ABC Classification: Service Levels. Dalam *Production and Operation Management* (hal. 343-352).

- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1990). *The Warehouse Management Handbook*. McGraw-Hill.
- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2003). *Facilities Planning*. Chincchester: Wiley.
- Vaisakh, & Dileepal, U. (2013). Inventory Management of Spare part by Combined FSN and VED analysis. *Internasional Journal of Engineering and Innovative Technology* , Volume 2, Issue 7. 303-309
- Wahyono, E., & Fahamsyah, S. (2008). *Referensi Rumus Fisika & Matematika SMP*. Ciganjur: PT Wahyumedia.
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.

