

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan tentang pengumpulan data yang berkaitan dengan tata letak penempatan material di gudang bahan baku yang baru PT. Central Diesel dan pengolahan data berdasarkan langkah-langkah penelitian yang telah disusun beserta analisis pembahasan hasil pengolahan data sehingga dapat memberikan usulan *layout* untuk gudang bahan baku yang baru.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Berikut ini adalah gambaran umum PT Central Diesel yang terdiri dari sejarah, visi, misi, motto, tata nilai, struktur organisasi dan produk yang dihasilkan oleh PT Central Diesel.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Central Diesel berdiri pada tahun 1984 dengan direktur Martinus Sugandi dan *manager* operasi Robert Pilipus. PT Central Diesel adalah perusahaan yang memproduksi *generator set (genset)* dengan sistem produksi *make to order*. PT Central Diesel ini juga merupakan perusahaan dagang yang menjual *spare part* dan *accessories* untuk *genset*. Selain itu, perusahaan juga menerima pembelian *genset* dengan vendor dari luar negeri sehingga dapat memberikan pelayanan terbaik bagi konsumen.

PT Central Diesel sudah berjalan 25 tahun dan pernah melayani perusahaan – perusahaan besar seperti PT Petro Kimia Gresik, PT PAL Persero, PT Pertamina-Petrochina, PT Devon Energy, dsb. Kantor pusat PT Central Diesel berada di Jalan Penghela 14A, Surabaya. Perusahaan terpisah menjadi dua lokasi, yaitu kantor pusat di Jalan Penghela dan Departemen Produksi serta Gudang berada di Margomulyo. Kantor pusat adalah tempat untuk pelayanan pembelian *spare part* dan *accessories genset*.

Departemen produksi dan logistik perusahaan berada di Kompleks Pergudangan Mutiara Margomulyo Indah Surabaya. Perusahaan saat ini menggunakan empat gedung yang terpisah sebagai tempat untuk produksi (departemen produksi), gudang bahan baku, gudang produk jadi, dan gudang barang bekas. Proses pembuatan *genset* baru dan *recycle* untuk *genset* bekas dilakukan di departemen produksi. Selain memproduksi *genset* yang telah dipesan oleh konsumen, perusahaan juga melayani jasa instalasi *genset* pada tempat

yang diinginkan oleh konsumen dan perbaikan *genset* bila *genset* mengalami kerusakan selama masa garansi yang ditentukan oleh perusahaan.

4.1.2 Logo Perusahaan

Logo merupakan salah satu hal yang penting bagi perusahaan. Logo dapat dianggap sebagai representasi dari sebuah perusahaan. Logo biasanya memiliki makna yang menggambarkan nama perusahaan. PT Central Diesel menggunakan logo seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Logo PT Central Diesel

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Visi PT Central Diesel adalah “Menjadi perusahaan multinasional yang terus bertumbuh dan terpercaya”, sedangkan misinya PT Central Diesel yaitu “Menjalankan kegiatan usaha yang berhubungan dengan produk *power generation*, berorientasi pada kepuasan pelanggan, anggota perusahaan dan pemegang saham”.

4.1.4 Motto dan Tata Nilai Perusahaan

Motto yang dimiliki oleh PT Central Diesel adalah “*Your energy needs. Solved!*”. Selain motto, perusahaan pun memiliki tata nilai dalam perusahaan, yaitu:

1. Canggih
2. Disiplin
3. Tangguh
4. Berkualitas

4.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan





Struktur organisasi di sini terdiri dari departemen-departemen yang berada di kantor pusat dan di Kompleks Pergudangan Margomulyo Indah. Perusahaan terbagi menjadi empat departemen, yaitu departemen Marketing, Operasional, Personalia, dan *Finance & Accounting*. Dalam setiap departemen dikepalai oleh seorang *manager* yang memimpin

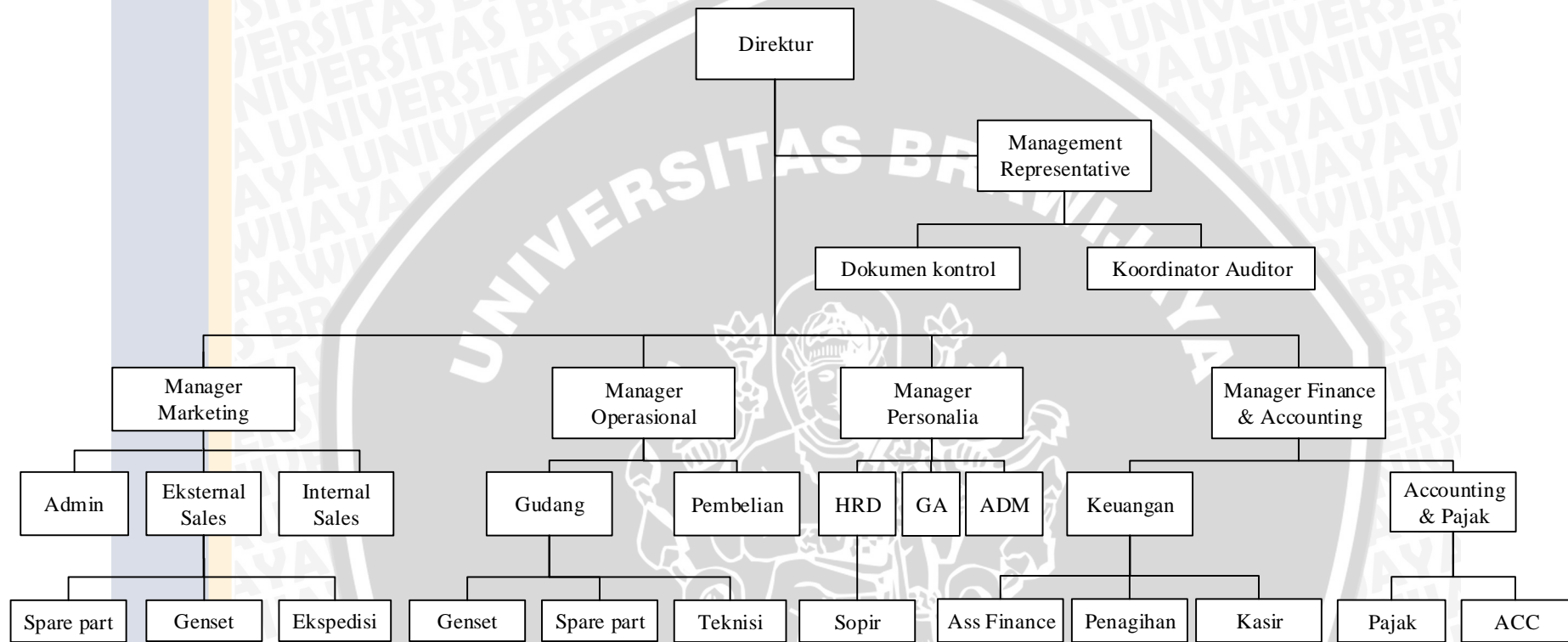
beberapa divisi di bawahnya. Divisi Gudang berada di bawah naungan departemen Operasional dan divisi ini masih terbagi lagi menjadi tiga bagian yaitu bagian *Genset*, *Spare Part*, dan Teknisi. Adapun yang bertanggung jawab di gudang bahan baku PT Central Diesel adalah bagian *Spare Part*. Secara lebih lengkap, struktur organisasi PT Central Diesel dapat dilihat pada Gambar 4.2.

4.1.6 Produk yang Dihasilkan

PT Central Diesel adalah perusahaan yang melayani pembelian *part – part* untuk *genset*, perakitan *genset* dengan *supplier* yang berasal dari luar negeri, dan *recycle genset* bekas. PT Central Diesel menerima perakitan *genset* dengan tipe kVA yang berbeda – beda, mulai dari 9 kVA hingga 1250 kVA. Perusahaan memproduksi empat macam genset, adapun macam beserta gambarnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Produk *Generator Sets* PT Central Diesel

No.	Produk	Gambar
1	<i>Silent Generator Sets</i>	
2	<i>Open Generator Sets</i>	
3	<i>Mobile Generator</i>	
4	<i>Containerized Generator</i>	



Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT Central Diesel

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data yang diperlukan untuk tahap pengolahan data yang akan dilakukan dalam penelitian.

4.2.1 *Layout* Awal Gudang Bahan Baku PT Central Diesel

Lokasi pabrik PT Central Diesel saat ini terpisah di dua lokasi, yaitu di daerah Penghela dan Margomulyo Surabaya. Gudang bahan baku berada di kompleks Pergudangan Mutiara Margomulyo Indah Surabaya dan perusahaan berencana memindahkannya ke daerah Lingkar Timur Sidoarjo. Luas gudang bahan baku saat ini yaitu 40 m x 10 m atau 400 m² dengan tinggi gedung 10 m. Luas area untuk toilet adalah 2 m x 1,5 m dan luas area kantor 8 m x 5 m, dan sisanya adalah luas untuk area penyimpanan material. Akan tetapi saat ini karyawan gudang juga menggunakan area kantor sebagai tempat untuk menyimpan material. *Layout* gudang bahan baku lama dapat dilihat pada Lampiran 1.

Gudang bahan baku lama hanya memiliki satu pintu selebar 5 m untuk proses keluar masuknya material. Terdapat 10 jenis material yang disimpan di gudang bahan baku dan setiap material memiliki kecenderungan lokasi penyimpanan yang berbeda-beda. Luas untuk gudang bahan baku yang baru perusahaan merencanakan dua kali lipat luas gudang saat ini yaitu 40 m x 20 m atau 800 m². Sebelum membuat desain *layout* untuk gudang bahan baku yang baru, maka yang harus dilakukan adalah menghitung frekuensi perpindahan material untuk menentukan kelas setiap material dan menentukan jumlah tempat penyimpanan.

4.2.2 Alur Penyimpanan dan Pengambilan Material

Alur perpindahan material pada gudang bahan baku PT. Central Diesel dibagi menjadi dua, yaitu alur untuk penyimpanan material dan pengambilan material.

1. Alur Penyimpanan Material

Pada gudang bahan baku PT. Central Diesel memang belum memiliki *layout* untuk penempatan material di gudang, akan tetapi sudah memiliki sistem penyimpanan material. Sistem penyimpanan material dimulai ketika ada material yang datang dari *supplier*. Adapun alur penyimpanan material dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut:

- a. Kontainer yang datang langsung menuju gudang bahan baku
- b. Dilakukan pendataan pengecekan terhadap seluruh material apakah ada kerusakan atau tidak sebelum material diturunkan dari kontainer

- c. Jika memang tidak ada material yang rusak, maka material diturunkan dari kontainer satu-persatu dan dilakukan pendataan material dengan cara mencocokkan nomor seri data material yang dipesan dengan material yang dikirim, kemudian diangkut menggunakan *material handling* ke dalam gudang
 - d. Kepala bagian *spare part* (kepala bagian gudang bahan baku) mencatat data material yang masuk ke dalam pembukuan gudang
 - e. Material di letakkan dimana saja pada lokasi yang tersedia atau lokasi yang kosong
2. Alur Pengambilan Material

Pengambilan material dimulai ketika ada permintaan dari departemen produksi atau permintaan dari konsumen yang ingin membeli material *genset*. Adapun alur pengambilan material dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut:

- a. Ketika ada permintaan dari departemen produksi atau permintaan dari konsumen, pihak supervisor gudang mengecek stok material yang diminta.
- b. Jika material masih ada, maka operator gudang melakukan pencarian. Jika lokasi material sudah ditemukan, maka operator melakukan pengambilan material baik secara manual maupun dengan menggunakan *material handling*.
- c. Ketika permintaan material dari departemen produksi, maka operator langsung membawa material ke departemen produksi. Jika permintaan material dari konsumen maka supervisor membuat surat jalan untuk proses pengiriman material ke konsumen.
- d. Kepala bagian *spare part* (kepala bagian gudang bahan baku) mencatat data material yang keluar ke dalam pembukuan gudang.

4.2.3 Jenis, Dimensi, dan Kapasitas Penyimpanan Material

Material merupakan bahan yang digunakan untuk menghasilkan ataupun sebagai pendukung di dalam pembuatan suatu produk. Terdapat 10 jenis material yang disimpan di gudang bahan baku PT Central Diesel yaitu *Zeropack, Generator, Engine, Radiator, Silencer, Accu, Flexible, Toolkit, Loosepart*, dan Filter Udara dengan jumlah total 65 tipe material. Setiap tipe material memiliki dimensi, tempat penyimpanan, dan kapasitas tempat penyimpanan yang berbeda-beda. Adapun data lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Material yang Disimpan

No.	Material	Satuan	Kapasitas Setiap Tempat Penyimpanan (unit)	Tempat Penyimpanan	Dimensi Tempat Penyimpanan			Kapasitas per <i>Pallet</i> / <i>Frame Besi</i> (unit)	Jumlah Maksimal Tumpukan Material
					Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)		
1	Zeropack 9 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,14	0,7	1,16	1	2
2	Zeropack 13 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,32	0,7	1,16	1	2
3	Zeropack 20 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,27	0,7	0,88	1	2
4	Zeropack 25 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,3	0,8	1	1	2
5	Zeropack 30 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,47	0,85	1,01	1	2
6	Zeropack 40 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,8	0,82	1,36	1	2
7	Zeropack 45 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,65	0,77	1,26	1	2
8	Zeropack 50 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,75	1,1	1,1	1	2
9	Zeropack 60 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,8	1,1	1,2	1	2
10	Zeropack 65 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,76	0,86	1,01	1	2
11	Zeropack 80 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,84	0,82	1,31	1	2
12	Zeropack 100 kVA	Unit	1	Frame Besi	1,84	1,03	1,01	1	2
13	Zeropack 135 kVA	Unit	1	Frame Besi	2,2	0,9	1,4	1	2
14	Zeropack 150 kVA	Unit	1	Frame Besi	2,35	1,05	1,4	1	2
15	Zeropack 200 kVA	Unit	1	Frame Besi	2,39	1,03	1,19	1	2
16	Zeropack 250 kVA	Unit	1	Frame Besi	2,45	1,15	1,4	1	2
17	Zeropack 350 kVA	Unit	1	Frame Besi	2,5	1,15	1,8	1	2
18	Zeropack 400 kVA	Unit	1	Frame Besi	2,55	1,3	1,9	1	2
19	Zeropack 500 kVA	Unit	1	Frame Besi	3,1	1,1	1,9	1	1
20	Zeropack 650 kVA	Unit	1	Frame Besi	3,8	1,3	2	1	1
21	Zeropack 1000 kVA	Unit	1	Frame Besi	4,6	1,5	2,2	1	1
22	Zeropack 1250 kVA	Unit	1	Frame Besi	5	1,5	2,3	1	1
23	Generator 9 kVA	Unit	1	Box	0,4	0,3	0,58	1	3
24	Generator 13,5 kVA	Unit	1	Box	0,5	0,44	0,6	1	3
25	Generator 16 kVA	Unit	1	Box	0,6	0,44	0,62	1	3
26	Generator 20 kVA	Unit	1	Box	0,6	0,49	0,63	1	3
27	Generator 22,5 kVA	Unit	1	Box	0,64	0,5	0,61	1	3
28	Generator 27,5 kVA	Unit	1	Box	0,65	0,5	0,62	1	3
29	Generator 30 kVA	Unit	1	Box	0,71	0,55	0,62	1	3
30	Generator 31,3 kVA	Unit	1	Box	0,8	0,56	0,7	1	2
31	Generator 42,5 kVA	Unit	1	Box	0,82	0,59	0,85	1	2
32	Generator 50 kVA	Unit	1	Box	0,83	0,59	0,85	1	2



Tabel 4.2 Data Material yang Disimpan (lanjutan)

No.	Material	Satuan	Kapasitas Setiap Tempat Penyimpanan (unit)	Tempat Penyimpanan	Dimensi Tempat Penyimpanan			Kapasitas per <i>Pallet</i> / <i>Frame Besi</i> (unit)	Jumlah Maksimal Tumpukan Material
					Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)		
33	Generator 60 kVA	Unit	1	Box	0,86	0,50	0,75	1	2
34	Generator 62,5 kVA	Unit	1	Box	0,86	0,52	0,77	1	2
35	Generator 72,5 kVA	Unit	1	Box	0,87	0,62	0,78	1	2
36	Generator 80 kVA	Unit	1	Box	0,9	0,63	0,8	1	2
37	Generator 85 kVA	Unit	1	Box	0,92	0,63	0,82	1	2
38	Generator 100 kVA	Unit	1	Box	0,95	0,63	0,84	1	2
39	Generator 135 kVA	Unit	1	Box	0,98	0,65	0,86	1	2
40	Generator 140 kVA	Unit	1	Box	1,02	0,65	0,92	1	2
41	Generator 150 kVA	Unit	1	Box	1,02	0,64	0,92	1	2
42	Generator 160 kVA	Unit	1	Box	1,04	0,64	0,93	1	2
43	Generator 250 kVA	Unit	1	Box	1,21	0,81	1,02	1	2
44	Generator 350 kVA	Unit	1	Box	1,35	0,81	1,02	1	2
45	Generator 400 kVA	Unit	1	Box	1,35	0,8	1,02	1	2
46	Generator 500 kVA	Unit	1	Box	1,48	0,77	1,13	1	2
47	Engine 25 kVA	Unit	1	Box	0,95	0,76	0,94	1	2
48	Engine 30 kVA	Unit	1	Box	0,95	0,75	0,98	1	2
49	Engine 110 kVA	Unit	1	Box	1,85	1,02	1,04	1	2
50	Engine 140 kVA	Unit	1	Box	2,19	0,93	1,22	1	2
51	Engine 250 kVA	Unit	1	Box	2,45	1,06	1,25	1	2
52	Engine 500 kVA	Unit	1	Box	2,5	1,1	1,27	1	2
53	Engine 650 kVA	Unit	1	Box	2,6	1,1	1,25	1	2
54	Radiator 25 kVA	Unit	1	Box	0,67	0,36	0,71	1	2
55	Radiator 30 kVA	Unit	1	Box	0,67	0,36	0,71	1	2
56	Radiator 200 kVA	Unit	1	Box	1,42	1,08	0,66	1	2
57	Silencer 15/4	Unit	1	-	D = 0,127 (5")		1,45	15	1
58	Silencer 12/4	Unit	1	-	D = 0,102 (4")		1,21	24	1
59	Silencer 16/8	Unit	1	-	D = 0,203 (8")		1,6	12	1
60	Filter udara	Unit	1	Karton	0,56	0,55	0,59	8	4
61	Toolkit	Unit	6	Karton	0,58	0,54	0,31	60	5
62	Loose part	Unit	1	Karton	0,55	0,56	0,31	10	5
63	Accu 50 AH	Unit	1	Karton	0,26	0,17	0,2	75	5
64	Accu 100 AH	Unit	1	Karton	0,42	0,19	0,25	40	5
65	Flexible	Unit	1	-	D = 0,2		0,6	15	1

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Penyimpanan material di gudang tidak menggunakan rak sehingga material hanya ditumpuk dengan material yang sama. Setiap material memiliki jumlah maksimal tumpukan, hal ini mengantisipasi terjadinya kerusakan material yang ditumpuk. Material yang sistem penyimpanannya ditumpuk yaitu *Zeropack*, Generator, Radiator, dan *Engine*. *Zeropack* sedikit berbeda dengan material yang lain karena tempat penyimpanannya bukan *pallet* dan *box*, melainkan sebuah *frame* besi. *Frame* besi inilah yang berfungsi sebagai *pallet* sekaligus *box* penyimpanannya. Material Generator, Radiator, dan *Engine* disimpan di atas *pallet* yang yang tergabung langsung dengan *box* kayu. Jadi setiap material *Zeropack*, Generator, Radiator, dan *Engine* memiliki *pallet* yang sekaligus tergabung dengan *box* penyimpanannya. Untuk tempat penyimpanan *Silencer* dan *Flexible* tidak ada hal ini dikarenakan kedua jenis material tersebut tidak memiliki *packaging* seperti material yang lain, misalnya *box* kayu, *frame* besi, kardus, dan lain-lain.

4.2.4 Peralatan *Material Handling* yang Digunakan

Di dalam gudang terdapat aktivitas penyimpanan, pemindahan, dan pengambilan material. Beberapa aktivitas tersebut dapat dilakukan secara manual (tanpa menggunakan alat bantu) apabila berat material tidak melebihi batas maksimum berat yang dapat diangkat oleh manusia, akan tetapi apabila beratnya melebihi batas maksimum pengangkatan maka harus menggunakan alat bantu (*material handling*) untuk pemindahan materialnya. Terdapat dua jenis peralatan *material handling* yang digunakan di gudang bahan baku PT Central Diesel, yaitu *forklift* dan *pallet*.

4.2.4.1 *Forklift*

Forklift adalah alat transportasi yang memiliki suatu garpu/*fork*, digunakan sebagai alat pengangkat atau pemindah material berat. Untuk memudahkan proses penyimpanan dan pengambilan material di gudang, perusahaan menggunakan tiga *forklift* dengan kapasitas angkut yang berbeda-beda yaitu 1,5 ton, 3,5 ton, dan 7 ton. Semua *forklift* menggunakan bahan baku solar. Tabel 4.3 menunjukkan dimensi dan kapasitas dari masing-masing *forklift*. Tabel 4.4 menunjukkan tipe *forklift* dan material yang diangkut.

Tabel 4.3 Kapasitas dan Dimensi *Forklift*

Merk <i>Forklift</i>	Kapasitas	Dimensi				
		Panjang (m)	Panjang Garpu (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Tinggi Jangkauan Garpu (m)
Toyota	1,5 ton	2,08	1,07	1,1	2,1	4,2
Komatsu	3,5 ton	2,8	1,07	1,28	2,09	3
Toyota	7 ton	3,6	1,2	2	2,7	5,3



Tabel 4.4 Tipe *Forklift* dan Jenis Material yang Diangkut

No.	Material yang Diangkut	Tipe <i>Forklift</i>	No.	Material yang Diangkut	Tipe <i>Forklift</i>
1	Zeropack 9 kVA	Toyota 1,5 ton	29	Generator 135 kVA	Toyota 1,5 ton
2	Zeropack 13 kVA		30	Generator 140 kVA	
3	Zeropack 20 kVA		31	Generator 150 kVA	
4	Zeropack 25 kVA		32	Generator 160 kVA	
5	Zeropack 30 kVA		33	Generator 250 kVA	
6	Zeropack 40 kVA		34	Generator 350 kVA	
7	Zeropack 45 kVA		35	Generator 400 kVA	
8	Zeropack 50 kVA		36	Generator 500 kVA	
9	Zeropack 60 kVA		37	Engine 25 kVA	
10	Zeropack 65 kVA		38	Engine 30 kVA	
11	Zeropack 80 kVA		39	Engine 110 kVA	
12	Zeropack 100 kVA		40	Radiator 25 kVA	
13	Generator 9 kVA		41	Radiator 30 kVA	
14	Generator 13,5 kVA	42	Radiator 200 kVA		
15	Generator 16 kVA	43	Zeropack 135 kVA		
16	Generator 20 kVA	44	Zeropack 150 kVA		
17	Generator 22,5 kVA	45	Zeropack 200 kVA		
18	Generator 27,5 kVA	46	Zeropack 250 kVA		
19	Generator 30 kVA	47	Zeropack 350 kVA		
20	Generator 31,3 kVA	48	Zeropack 400 kVA		
21	Generator 42,5 kVA	49	Engine 140 kVA		
22	Generator 50 kVA	50	Engine 250 kVA		
23	Generator 60 kVA	51	Engine 500 kVA		
24	Generator 62,5 kVA	52	Engine 650 kVA	Toyota 7 ton	
25	Generator 72,5 kVA	53	Zeropack 500 kVA		
26	Generator 80 kVA	54	Zeropack 650 kVA		
27	Generator 85 kVA	55	Zeropack 1000 kVA		
28	Generator 100 kVA	56	Zeropack 1250 kVA		

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



4.2.4.2 Pallet

Pallet merupakan tempat untuk meletakkan barang-barang dengan tujuan memudahkan penyimpanan dan transportasi. Material utama dari sebuah *pallet* biasanya terbuat dari kayu, plastik, atau besi. Pada gudang PT Central Diesel, *pallet* didesain dengan berbagai ukuran sesuai dengan kebutuhan dan terbuat dari kayu serta besi. *Pallet* kayu digunakan untuk menyimpan semua jenis material kecuali *Zeropack*, sedangkan *Zeropack* disimpan dengan *frame* besi dikarenakan beban yang ditumpu sangat berat. Gambar 4.3 adalah contoh *pallet* kayu yang digunakan untuk menyimpan material.



Gambar 4.3 Pallet Kayu

4.2.5 Data Penerimaan dan Pengiriman Material

Data penerimaan dan pengiriman material digunakan untuk mengetahui seberapa besar frekuensi perpindahan tiap jenis material dan mengetahui kapasitas maksimal tempat penyimpanan yang dibutuhkan untuk menyimpan material. Data penerimaan diperoleh dari data material yang masuk di dalam gudang. Sedangkan data pengeluaran material diperoleh dari data material yang keluar dari gudang karena adanya permintaan dari departemen produksi atau permintaan dari konsumen. Data penerimaan dan pengiriman material yang digunakan yaitu data selama satu tahun (Januari 2014 – Desember 2014). Adapun data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 2 dan 3.

4.3 Pengolahan Data

Setelah memperoleh data yang diperlukan, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan dalam penelitian ini.

4.3.1 Perhitungan Frekuensi Perpindahan Material

Frekuensi perpindahan adalah banyaknya perpindahan material yang keluar dan masuk gudang. Frekuensi perpindahan material per bulan diperoleh dengan menjumlahkan rata-rata material yang masuk dan keluar setiap bulannya. Total frekuensi perpindahan material per bulan dihitung dalam satuan unit. Misalnya material *Zeropack* 9 kVA rata-rata material masuk per bulannya sebesar 0,917 unit dan rata-rata material keluar per bulannya sebesar

0,834, sehingga jika ditotal material *Zeropack* 9 kVA memiliki frekuensi perpindahan sebesar 1,751 unit pe bulan. Data perhitungan lebih lengkapnya disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Frekuensi Perpindahan Material Per Bulan Periode Januari 2014 – Desember 2014

No.	Material	Rata-rata Material Masuk/Bulan (unit)	Rata-rata Material Keluar/Bulan (unit)	Total Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (unit)
1	<i>Zeropack</i> 9 kVA	0,917	0,834	1,751
2	<i>Zeropack</i> 13 kVA	0,917	0,834	1,751
3	<i>Zeropack</i> 20 kVA	10,25	9,5	19,75
4	<i>Zeropack</i> 25 kVA	2,417	1,667	4,084
5	<i>Zeropack</i> 30 kVA	2,417	2,334	4,751
6	<i>Zeropack</i> 40 kVA	1,75	1,25	3
7	<i>Zeropack</i> 45 kVA	1,5	2	3,5
8	<i>Zeropack</i> 50 kVA	1	0,834	1,834
9	<i>Zeropack</i> 60 kVA	1,084	0,917	2,001
10	<i>Zeropack</i> 65 kVA	1,084	1	2,084
11	<i>Zeropack</i> 80 kVA	0,834	0,834	1,668
12	<i>Zeropack</i> 100 kVA	1,834	1,75	3,584
13	<i>Zeropack</i> 135 kVA	1,584	1,417	3,001
14	<i>Zeropack</i> 150 kVA	1	1	2
15	<i>Zeropack</i> 200 kVA	1,167	1	2,167
16	<i>Zeropack</i> 250 kVA	7,167	7,084	14,251
17	<i>Zeropack</i> 350 kVA	1	0,667	1,667
18	<i>Zeropack</i> 400 kVA	0,584	0,417	1,001
19	<i>Zeropack</i> 500 kVA	0,834	0,75	1,584
20	<i>Zeropack</i> 650 kVA	0,667	0,667	1,334
21	<i>Zeropack</i> 1000 kVA	0,834	0,667	1,501
22	<i>Zeropack</i> 1250 kVA	0,584	0,5	1,084
23	Generator 9 kVA	0,75	0,584	1,334
24	Generator 13,5 kVA	1,084	1	2,084
25	Generator 16 kVA	1	0,917	1,917
26	Generator 20 kVA	11,084	10,834	21,918
27	Generator 22,5 kVA	9,084	9	18,084
28	Generator 27,5 kVA	3,25	3,084	6,334
29	Generator 30 kVA	0,834	0,917	1,751
30	Generator 31,3 kVA	0,917	0,667	1,584
31	Generator 42,5 kVA	1	1	2
32	Generator 50 kVA	0,667	0,5	1,167
33	Generator 60 kVA	1,084	0,834	1,918
34	Generator 62,5 kVA	1,167	1	2,167
35	Generator 72,5 kVA	0,834	0,75	1,584
36	Generator 80 kVA	0,667	0,584	1,251
37	Generator 85 kVA	5,167	4,834	10,001
38	Generator 100 kVA	0,834	0,667	1,501
39	Generator 135 kVA	0,917	0,75	1,667
40	Generator 140 kVA	1,75	1,667	3,417
41	Generator 150 kVA	0,834	0,667	1,501
42	Generator 160 kVA	0,834	0,75	1,584
43	Generator 250 kVA	0,667	0,5	1,167
44	Generator 350 kVA	0,917	0,834	1,751
45	Generator 400 kVA	1	0,917	1,917
46	Generator 500 kVA	0,75	0,667	1,417
47	<i>Engine</i> 25 kVA	12,25	11,75	24
48	<i>Engine</i> 30 kVA	9,084	8,667	17,751
49	<i>Engine</i> 110 kVA	5,417	5,167	10,584
50	<i>Engine</i> 140 kVA	2,334	2,084	4,418
51	<i>Engine</i> 250 kVA	0,834	0,667	1,501
52	<i>Engine</i> 500 kVA	2,834	2,25	5,084
53	<i>Engine</i> 650 kVA	0,917	0,834	1,751
54	Radiator 25 kVA	12,25	11,75	24
55	Radiator 30 kVA	9,084	8,667	17,751
56	Radiator 200 kVA	0,834	0,75	1,584
57	<i>Silencer</i> 15/4	0,167	0,084	0,251
58	<i>Silencer</i> 12/4	0,25	0,167	0,417
59	<i>Silencer</i> 16/8	0,167	0,084	0,251
60	Filter udara	1,334	1,25	2,584
61	<i>Toolkit</i>	91	81,834	172,834
62	<i>Loose part</i>	41,417	37,917	79,334
63	<i>Accu</i> 50 AH	13,167	12,75	25,917
64	<i>Accu</i> 100 AH	12,334	11,75	24,084
65	<i>Flexible</i>	0,75	0,584	1,334

4.3.2 Pengurutan Aktivitas Perpindahan dan Pembentukan Kelas

Pembagian kelas material di dalam gudang bisa menggunakan prinsip *popularity*. Hukum Pareto seringkali diterapkan pada prinsip *popularity* dari material yang disimpan. Dalam pengelolaan *inventory*, teori klasik membagi item ke dalam kelas berdasarkan konsep Pareto (Koster et al, 2007:12). Menurut Petersen (2003:573), kelompok produk dibagi menjadi tiga kelas dimana item kelas A 80% aktivitas (S/R) yang merepresentasikan pada 20% dari total item, untuk item kelas B adalah aktivitas (S/R) sebesar 15% yang mewakili 30% dari seluruh item, maka untuk item kelas C dengan 5% aktivitas S/R yang mewakili 50% dari total item yang ada. Aktivitas (S/R) yang dimaksud di sini adalah aktivitas keluar masuknya material, jadi misalnya material kelas A 80% aktivitas (S/R) maka material kelas A menguasai sebesar 80% terhadap aktivitas keluar masuknya material dari seluruh material yang disimpan di dalam gudang dan hanya terdiri dari 20% saja dari seluruh material yang di simpan di dalam gudang.

Pengurutan aktivitas perpindahan menggunakan total frekuensi perpindahan material untuk aktivitas *storage* maupun *retrieval*. Pengurutan aktivitas dimulai dari material yang memiliki frekuensi perpindahan tertinggi hingga yang terendah. Pembentukan kelas dengan membagi 65 material ke dalam tiga kelas yang berbeda dengan menggunakan prinsip Pareto. Pengurutan aktivitas perpindahan dan pembentukan kelas disajikan dalam Tabel 4.6. Berdasarkan hasil pembentukan kelas dengan konsep Pareto, diperoleh hasil bahwa 13 item material atau 20% dari seluruh jumlah material masuk ke dalam kelas A dengan total aktivitas (S/R) sebesar 80,282%. Untuk kelas B terdiri dari 31 unit material atau 47,69% dari seluruh jumlah material dengan total aktivitas (S/R) sebesar 15,295% dan sisanya sebanyak 21 unit material atau 32,31% dari seluruh jumlah material masuk ke dalam kelas C dengan total aktivitas (S/R) sebesar 4,424%.

4.3.3 Perhitungan Jumlah Tempat Penyimpanan

Perhitungan jumlah tempat penyimpanan yang dibutuhkan diperoleh dari data maksimal jumlah material yang masuk setiap bulannya. Setiap jenis material dikonversikan kedalam satuan *pallet*. Akan tetapi terdapat beberapa material yang dikonversikan menjadi *frame* besi. Perhitungan jumlah material ini dilakukan untuk menentukan kebutuhan luasan penyimpanan yang dibutuhkan setiap material.

Tabel 4.6 Pengurutan Aktivitas Perpindahan dan Pembentukan Kelas

No.	Material	Total Frekuensi Perpindahan/Bulan	Persentase Pemakaian (%)	Total Persentase (%)	Jumlah Material (%)	Kelas
1	Toolkit	172,834	29,506	80,282	20	A
2	Loose part	79,334	13,544			
3	Accu 50 AH	25,917	4,425			
4	Accu 100 AH	24,084	4,112			
5	Engine 25 kVA	24	4,097			
6	Radiator 25 kVA	24	4,097			
7	Generator 20 kVA	21,917	3,742			
8	Zeropack 20 kVA	19,75	3,372			
9	Generator 22,5 kVA	18,084	3,087			
10	Engine 30 kVA	17,75	3,03			
11	Radiator 30 kVA	17,75	3,03			
12	Zeropack 250 kVA	14,25	2,433			
13	Engine 110 kVA	10,584	1,807			
14	Generator 85 kVA	10	1,707			
15	Generator 27,5 kVA	6,334	1,081			
16	Engine 500 kVA	5,084	0,868			
17	Zeropack 30 kVA	4,75	0,811			
18	Engine 140 kVA	4,417	0,754			
19	Zeropack 25 kVA	4,084	0,697			
20	Zeropack 100 kVA	3,584	0,612			
21	Zeropack 45 kVA	3,5	0,598			
22	Generator 140 kVA	3,417	0,583			
23	Zeropack 40 kVA	3	0,512			
24	Zeropack 135 kVA	3	0,512			
25	Filter udara	2,584	0,441			
26	Zeropack 200 kVA	2,167	0,37			
27	Generator 62,5 kVA	2,167	0,37			
28	Zeropack 65 kVA	2,084	0,356			
29	Generator 13,5 kVA	2,084	0,356			
30	Zeropack 60 kVA	2	0,341			
31	Zeropack 150 kVA	2	0,341			
32	Generator 42,5 kVA	2	0,341			
33	Generator 16 kVA	1,917	0,327			
34	Generator 60 kVA	1,917	0,327			
35	Generator 400 kVA	1,917	0,327			
36	Zeropack 50 kVA	1,834	0,313			
37	Zeropack 9 kVA	1,75	0,299			
38	Zeropack 13 kVA	1,75	0,299			
39	Generator 30 kVA	1,75	0,299			
40	Generator 350 kVA	1,75	0,299			
41	Engine 650 kVA	1,75	0,299			
42	Zeropack 80 kVA	1,667	0,285			
43	Zeropack 350 kVA	1,667	0,285			
44	Generator 135 kVA	1,667	0,285			
45	Zeropack 500 kVA	1,584	0,27			
46	Generator 72,5 kVA	1,584	0,27			
47	Generator 160 kVA	1,584	0,27			
48	Radiator 200 kVA	1,584	0,27			
49	Generator 31,3 kVA	1,584	0,27			
50	Zeropack 1000 kVA	1,5	0,256			
51	Generator 100 kVA	1,5	0,256			
52	Generator 150 kVA	1,5	0,256			
53	Engine 250 kVA	1,5	0,256			
54	Generator 500 kVA	1,417	0,242			
55	Generator 9 kVA	1,334	0,228			
56	Flexible	1,334	0,228			
57	Zeropack 650 kVA	1,334	0,228			
58	Generator 80 kVA	1,25	0,213			
59	Generator 50 kVA	1,167	0,199			
60	Generator 250 kVA	1,167	0,199			
61	Zeropack 1250 kVA	1,084	0,185			
62	Zeropack 400 kVA	1	0,171			
63	Silencer 12/4	0,417	0,071			
64	Silencer 15/4	0,25	0,043			
65	Silencer 16/8	0,25	0,043			
				15,295	47,69	B
				4,424	32,31	C

Berikut ini adalah contoh perhitungan jumlah tempat penyimpanan material *Zeropack* 9 kVA di Gudang Bahan Baku PT. Central Diesel.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah maksimal material masuk/bulan} &= 4 \text{ unit} \\
 \text{Kapasitas tempat penyimpanan} &= 1 \text{ unit} \\
 \text{Kebutuhan tempat penyimpanan} &= \frac{\text{Jumlah maksimal material masuk/bulan}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\
 &= \frac{4}{1} = 4 \\
 \text{Banyak tempat penyimpanan} &= \frac{\text{Kebutuhan tempat penyimpanan}}{\text{Tumpukan}} = \frac{4}{2} = 2
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan kebutuhan tempat penyimpanan setiap material dapat dilihat pada Tabel 4.7. Dari 65 material yang disimpan di dalam gudang, dibutuhkan sebanyak 186 tempat penyimpanan dalam satuan *pallet* untuk semua jenis material kecuali *Zeropack* karena material tersebut disimpan dengan menggunakan *frame besi*.

4.3.4 Perancangan Alternatif *Layout* Gudang

Dalam merancang *layout* gudang, tentunya harus menentukan terlebih dahulu seberapa besar luas area penyimpanan yang dibutuhkan agar seluruh material dapat disimpan di dalamnya, akan tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan luas gudang yang baru dikarenakan pihak perusahaan telah menentukan luasnya yaitu 40 m x 20 m atau 800 m². Adapun posisi gudang di perusahaan dapat dilihat pada *layout* baru PT. Central Diesel yang tersaji pada Lampiran 4. Posisi gudang bahan baku berada di antara area parkir dan ruang proses produksi genset.

Setelah mengetahui luas gudang dan posisi gudang yang akan dibuat maka selanjutnya adalah menentukan posisi pintu gudang. Dalam menentukan posisi pintu harus mempertimbangkan kemudahan akses keluar masuknya material, kolom tembok, dan ruang atau area di sekitar gudang. Untuk mempermudah akses keluar masuk material maka ukuran pintu yang akan digunakan oleh perusahaan yaitu tujuh meter dengan pertimbangan bahwa pintu dapat dilalui *forklift* berkapasitas 7 ton yang memiliki dimensi total 4,8 m x 2,2 m x 2,7 m ketika mengangkat material baik material dengan dimensi yang terkecil hingga material terbesar yang ukuran panjangnya mencapai 5 m.

Posisi pintu disesuaikan dengan posisi kolom tembok. Hal ini sangat penting karena kolom tembok berfungsi menahan agar bangunan tidak mudah roboh. Pintu gudang berada di sisi samping tembok gudang. Tepatnya berada di tengah agar pintu dekat dengan area parkir dan juga dekat dengan ruang proses produksi *genset*. Selain itu jika letaknya pintu di tengah maka pencahayaan juga bisa tersebar dengan baik. Pintu digunakan sebagai

Tabel 4.7 Kebutuhan Tempat Penyimpanan setiap Material

No.	Material	Jumlah Maksimal Material Masuk / Bulan(unit)	Kebutuhan Tempat Penyimpanan (pallet/frame besi)	Jumlah Tumpukan	Banyak Tempat Penyimpanan (pallet/frame besi)
1	Zeropack 9 kVA	4	4	2	2
2	Zeropack 13 kVA	5	5	2	3
3	Zeropack 20 kVA	14	14	2	7
4	Zeropack 25 kVA	4	4	2	2
5	Zeropack 30 kVA	12	12	2	6
6	Zeropack 40 kVA	3	3	2	2
7	Zeropack 45 kVA	4	4	2	2
8	Zeropack 50 kVA	4	4	2	2
9	Zeropack 60 kVA	4	4	2	2
10	Zeropack 65 kVA	4	4	2	2
11	Zeropack 80 kVA	4	4	2	2
12	Zeropack 100 kVA	8	8	2	4
13	Zeropack 135 kVA	4	4	2	2
14	Zeropack 150 kVA	6	6	2	3
15	Zeropack 200 kVA	4	4	2	2
16	Zeropack 250 kVA	12	12	2	6
17	Zeropack 350 kVA	5	5	2	3
18	Zeropack 400 kVA	1	1	2	1
19	Zeropack 500 kVA	4	4	1	4
20	Zeropack 650 kVA	1	1	1	1
21	Zeropack 1000 kVA	2	2	1	2
22	Zeropack 1250 kVA	1	1	1	1
23	Generator 9 kVA	1	1	3	1
24	Generator 13,5 kVA	4	4	3	2
25	Generator 16 kVA	12	12	3	4
26	Generator 20 kVA	18	18	3	6
27	Generator 22,5 kVA	16	16	3	6
28	Generator 27,5 kVA	15	15	3	5
29	Generator 30 kVA	2	2	3	1
30	Generator 31,3 kVA	2	2	2	1
31	Generator 42,5 kVA	4	4	2	2
32	Generator 50 kVA	4	4	2	2
33	Generator 60 kVA	3	3	2	2
34	Generator 62,5 kVA	4	4	2	2
35	Generator 72,5 kVA	4	4	2	2
36	Generator 80 kVA	2	2	2	1
37	Generator 85 kVA	8	8	2	4
38	Generator 100 kVA	3	3	2	2
39	Generator 135 kVA	2	2	2	1
40	Generator 140 kVA	8	8	2	4
41	Generator 150 kVA	4	4	2	2
42	Generator 160 kVA	5	5	2	3
43	Generator 250 kVA	8	8	2	4
44	Generator 350 kVA	4	4	2	2
45	Generator 400 kVA	4	4	2	2
46	Generator 500 kVA	3	3	2	2
47	Engine 25 kVA	18	18	2	9
48	Engine 30 kVA	14	14	2	7
49	Engine 110 kVA	11	11	2	6
50	Engine 140 kVA	8	8	2	4
51	Engine 250 kVA	3	3	2	2
52	Engine 500 kVA	8	8	2	4
53	Engine 650 kVA	4	4	2	2
54	Radiator 25 kVA	18	18	2	9
55	Radiator 30 kVA	14	14	2	7
56	Radiator 200 kVA	3	3	2	2
57	Silencer 15/4	2	2	1	1
58	Silencer 12/4	3	3	1	1
59	Silencer 16/8	2	2	1	1
60	Filter udara	12	12	4	1
61	Toolkit	114	19	5	1
62	Loose part	62	62	5	2
63	Accu 50 AH	23	23	5	1
64	Accu 100 AH	35	35	5	1
65	Flexible	5	5	1	1
		Total			186

input/output point (I/O point) atau pintu untuk material yang masuk dan keluar gudang. Material dengan frekuensi tertinggi diletakkan dekat dengan I/O point. Pintu gudang menggunakan pintu geser/sliding dengan tujuan agar mempermudah akses keluar

masuknya material karena tidak perlu melakukan buka tutup pintu seperti pintu pada umumnya dan menghemat *space* gudang.

Setelah mengetahui luas gudang yang akan dibuat dan posisi pintunya maka selanjutnya adalah menentukan *allowance* antar material dan lebar *aisle*. Dalam proses penyimpanan material di gudang, antara satu material dengan material yang lain harus diberikan *allowance*. *Allowance* merupakan kelonggaran ruang yang diberikan sebagai antisipasi terhadap ketidakcukupan luas tempat penyimpanan. Selain itu dengan adanya *allowance* dapat meminimalisir terjadinya gesekan antar material ketika proses peletakkan, penyimpanan, maupun pengambilan. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *expert* perusahaan, perusahaan menginginkan *allowance* untuk setiap material kurang lebih 10 cm.

Setelah mengetahui *allowance* yang diberikan pada setiap tempat penyimpanan material maka bisa dihitung *space* yang dibutuhkan untuk setiap material dan setiap kelas yang tersaji pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9. Berdasarkan hasil perhitungan *space* yang dibutuhkan setiap material diperoleh hasil bahwa untuk dapat menyimpan seluruh material dibutuhkan luas minimal sebesar 276,1 m². Total luas tersebut terdiri dari tiga kelas material yaitu kelas A, B, dan C. Setiap kelas membutuhkan luas yang berbeda-beda. Material kelas A membutuhkan luas sebesar 69,79 m², material kelas B membutuhkan luas sebesar 128,26 m², dan material kelas C membutuhkan luas sebesar 78,04 m². Setiap blok yang nantinya didesain pada *layout* memiliki luas yang lebih besar daripada total luas yang dihitung pada Tabel 4.8 hal ini dikarenakan menyesuaikan penataan material di dalam blok dan mengambil titik terluar dari blok yang berbentuk segi empat. Jadi selain blok di dalam gudang lebih besar, antara blok yang satu dengan blok yang lain juga memiliki ukuran luas yang berbeda-beda pula.

Jalan lintasan atau *aisle* dalam pabrik terutama dipergunakan untuk komunikasi dan transportasi. Di dalam gudang *aisle* akan dipergunakan untuk proses pergerakan material dan *material handling*, sehingga diperlukan perencanaan yang baik. Dalam menentukan lebar *aisle* yaitu disesuaikan dengan dimensi alat *material handling* yang digunakan dan panjang material sehingga proses pengambilan dan peletakkan material serta proses manuver dari *material handling* dapat dilakukan dengan mudah.

Dalam menentukan lebar *aisle*, yang dibutuhkan adalah data *turning radius* untuk setiap *forklift*, adapun datanya tersaji pada Tabel 4.10. *Turning radius* adalah besarnya sudut putar roda depan kendaraan berbelok ke kanan atau ke kiri. *Turning radius* mempengaruhi lebar lintasan kendaraan pada saat kendaraan melakukan putaran balik arah (*U-turn*).

Tabel 4.8 *Space* yang Dibutuhkan setiap Material

No	Material	Dimensi Tempat Penyimpanan			Luas (m ²)	Banyak Tempat Penyimpanan (Frame/Pallet/Besi)	Total Luas yang Dibutuhkan (m ²)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)			
1	Zeropack 9 kVA	1,37	0,8	1,16	1,096	2	2,192
2	Zeropack 13 kVA	1,37	0,8	1,16	1,096	3	3,288
3	Zeropack 20 kVA	1,37	0,8	0,88	1,096	7	7,672
4	Zeropack 25 kVA	1,4	0,9	1	1,26	2	2,52
5	Zeropack 30 kVA	1,57	0,95	1,01	1,492	6	8,952
6	Zeropack 40 kVA	1,9	0,92	1,36	1,748	2	3,496
7	Zeropack 45 kVA	1,75	0,87	1,26	1,523	2	3,046
8	Zeropack 50 kVA	1,85	1,2	1,1	2,496	2	4,44
9	Zeropack 60 kVA	1,9	1,2	1,2	2,88	2	4,56
10	Zeropack 65 kVA	1,9	0,92	1,01	1,748	2	3,496
11	Zeropack 80 kVA	1,94	0,92	1,31	2,024	2	3,57
12	Zeropack 100 kVA	1,94	1,13	1,01	2,193	4	8,772
13	Zeropack 135 kVA	2,45	1,15	1,4	2,818	2	5,636
14	Zeropack 150 kVA	2,45	1,15	1,4	2,818	3	8,454
15	Zeropack 200 kVA	2,45	1,15	1,19	2,818	2	5,636
16	Zeropack 250 kVA	2,6	1,25	1,4	3,25	6	19,5
17	Zeropack 350 kVA	2,6	1,25	1,8	3,25	3	9,75
18	Zeropack 400 kVA	2,65	1,4	1,9	3,71	1	3,71
19	Zeropack 500 kVA	3,2	1,2	1,9	3,84	4	15,36
20	Zeropack 650 kVA	3,9	1,4	2	5,46	1	5,46
21	Zeropack 1000 kVA	4,7	1,6	2,2	7,52	2	15,04
22	Zeropack 1250 kVA	5,1	1,6	2,3	8,16	1	8,16
23	Generator 9 kVA	0,5	0,4	0,58	0,2	1	0,2
24	Generator 13,5 kVA	0,6	0,54	0,6	0,324	2	0,648
25	Generator 16 kVA	0,74	0,6	0,62	0,444	4	1,776
26	Generator 20 kVA	0,74	0,6	0,63	0,444	6	2,664
27	Generator 22,5 kVA	0,74	0,6	0,61	0,444	6	2,664
28	Generator 27,5 kVA	0,74	0,6	0,62	0,444	5	2,22
29	Generator 30 kVA	0,9	0,66	0,62	0,594	1	0,594
30	Generator 31,3 kVA	0,9	0,66	0,7	0,594	1	0,594
31	Generator 42,5 kVA	0,9	0,66	0,85	0,594	2	1,188
32	Generator 50 kVA	0,9	0,66	0,85	0,594	2	1,188
33	Generator 60 kVA	0,96	0,62	0,75	0,596	2	1,192
34	Generator 62,5 kVA	0,96	0,62	0,77	0,596	2	1,192
35	Generator 72,5 kVA	1,02	0,73	0,78	0,745	2	1,49
36	Generator 80 kVA	1,02	0,73	0,8	0,745	1	0,745
37	Generator 85 kVA	1,02	0,73	0,82	0,745	4	2,98
38	Generator 100 kVA	1,02	0,73	0,84	0,745	2	1,49
39	Generator 135 kVA	1,12	0,75	0,86	0,84	1	0,84
40	Generator 140 kVA	1,12	0,75	0,92	0,84	4	3,36
41	Generator 150 kVA	1,12	0,75	0,92	0,84	2	1,68
42	Generator 160 kVA	1,12	0,75	0,93	0,84	3	2,52
43	Generator 250 kVA	1,31	0,91	1,02	1,193	4	4,772
44	Generator 350 kVA	1,45	0,9	1,02	1,305	2	2,61
45	Generator 400 kVA	1,45	0,9	1,02	1,305	2	2,61
46	Generator 500 kVA	1,58	0,87	1,13	1,375	2	2,75
47	Engine 25 kVA	1,05	0,85	0,94	0,893	9	8,037
48	Engine 30 kVA	1,05	0,85	0,98	0,893	7	6,251
49	Engine 110 kVA	1,95	1,12	1,04	2,184	6	13,104
50	Engine 140 kVA	2,29	1,03	1,22	2,359	4	9,436
51	Engine 250 kVA	2,55	1,16	1,25	2,958	2	5,916
52	Engine 500 kVA	2,6	1,2	1,27	3,12	4	12,48
53	Engine 650 kVA	2,7	1,2	1,25	3,24	2	6,48
54	Radiator 25 kVA	0,77	0,46	0,71	0,355	9	3,195
55	Radiator 30 kVA	0,77	0,46	0,71	0,355	7	2,485
56	Radiator 200 kVA	1,52	1,18	0,66	1,794	2	3,588
57	Silencer 15/4	1,14	0,74	1,45	0,844	1	0,844
58	Silencer 12/4	1,14	0,74	1,21	0,844	1	0,844
59	Silencer 16/8	1,14	0,74	1,6	0,844	1	0,844
60	Filter udara	1,14	0,74	0,59	0,844	1	0,844
61	Toolkit	1,14	0,74	0,31	0,844	1	0,844
62	Loose part	1,14	0,74	0,31	0,844	2	1,688
63	Accu 50 AH	1,14	0,74	0,2	0,844	1	0,844
64	Accu 100 AH	1,14	0,74	0,25	0,844	1	0,844
65	Flexible	1,14	0,74	0,6	0,844	1	0,844
Total							276,1

Tabel 4.9 *Space* yang Dibutuhkan setiap Kelas

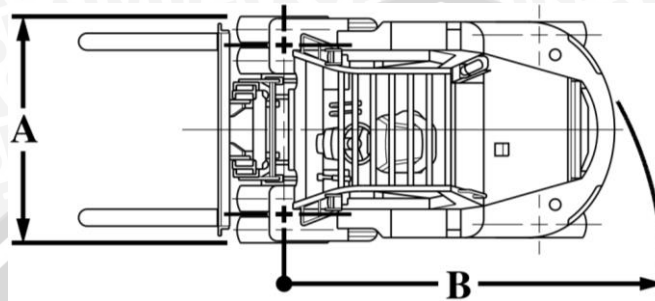
No.	Material	Kelas	Luas (m ²)	Banyak Tempat Penyimpanan (Frame/Pallet/Besi)	Total Luas yang Dibutuhkan (m ²)
1	Toolkit	A	0,844	1	0,844
2	Loose part		0,844	2	1,688
3	Accu 50 AH		0,844	1	0,844
4	Accu 100 AH		0,844	1	0,844
5	Engine 25 kVA		0,893	9	8,037
6	Radiator 25 kVA		0,355	9	3,195
7	Generator 20 kVA		0,444	6	2,664
8	Zeropack 20 kVA		1,096	7	7,672
9	Generator 22,5 kVA		0,444	6	2,664
10	Engine 30 kVA		0,893	7	6,251
11	Radiator 30 kVA		0,355	7	2,485
12	Zeropack 250 kVA		3,25	6	19,5
13	Engine 110 kVA		2,184	6	13,104
Total					69,79
1	Generator 85 kVA	B	0,745	4	2,98
2	Generator 27,5 kVA		0,444	5	2,22
3	Engine 500 kVA		3,12	4	12,48
4	Zeropack 30 kVA		1,492	6	8,952
5	Engine 140 kVA		2,359	4	9,436
6	Zeropack 25 kVA		1,26	2	2,52
7	Zeropack 100 kVA		2,193	4	8,772
8	Zeropack 45 kVA		1,523	2	3,046
9	Generator 140 kVA		0,84	4	3,36
10	Zeropack 40 kVA		1,748	2	3,496
11	Zeropack 135 kVA		2,88	2	5,636
12	Filter udara		0,844	1	0,844
13	Zeropack 200 kVA		2,88	2	5,636
14	Generator 62,5 kVA		0,596	2	1,192
15	Zeropack 65 kVA		1,748	2	3,496
16	Generator 13,5 kVA		0,324	2	0,648
17	Zeropack 60 kVA		2,88	2	4,56
18	Zeropack 150 kVA		2,88	3	8,454
19	Generator 42,5 kVA		0,594	2	1,188
20	Generator 16 kVA		0,444	4	1,776
21	Generator 60 kVA		0,596	2	1,192
22	Generator 400 kVA		1,305	2	2,61
23	Zeropack 50 kVA		2,496	2	4,44
24	Zeropack 9 kVA		1,096	2	2,192
25	Zeropack 13 kVA		1,096	3	3,288
26	Generator 30 kVA		0,594	1	0,594
27	Generator 350 kVA		1,305	2	2,61
28	Engine 650 kVA		3,24	2	6,48
29	Zeropack 80 kVA		2,024	2	3,57
30	Zeropack 350 kVA		3,25	3	9,75
31	Generator 135 kVA		0,84	1	0,84
Total					128,26
1	Zeropack 500 kVA	C	3,84	4	15,36
2	Generator 72,5 kVA		0,745	2	1,49
3	Generator 160 kVA		0,84	3	2,52
4	Radiator 200 kVA		1,794	2	3,588
5	Generator 31,3 kVA		0,594	1	0,594
6	Zeropack 1000 kVA		7,52	2	15,04
7	Generator 100 kVA		0,745	2	1,49
8	Generator 150 kVA		0,84	2	1,68
9	Engine 250 kVA		2,958	2	5,916
10	Generator 500 kVA		1,375	2	2,75
11	Generator 9 kVA		1,096	2	2,192
12	Flexible		0,844	1	0,844
13	Zeropack 650 kVA		5,46	1	5,46
14	Generator 80 kVA		0,745	1	0,745
15	Generator 50 kVA		0,594	2	1,188
16	Generator 250 kVA		1,193	4	4,772
17	Zeropack 1250 kVA		8,16	1	8,16
18	Zeropack 400 kVA		3,71	1	3,71
19	Silencer 12/4		0,844	1	0,844
20	Silencer 15/4		0,844	1	0,844
21	Silencer 16/8		0,844	1	0,844
Total					78,04

Kendaraan dalam penelitian ini yang dimaksud adalah *forklift*. Jadi data *turning radius* untuk menentukan lebar *aisle* agar *forklift* dapat bermanuver dengan lancar. Untuk lebih

jelasan mengenai *turning radius forklift* dapat dilihat pada Gambar 4.4 yang ditandai dengan garis B.

Tabel 4.10 *Turning Radius Forklift*

Kapasitas Forklift	Turning Radius (m)
7 ton	3,4 m
3,5 ton	2,48 m
1,5 ton	1,77 m



Gambar 4.4 *Turning Radius Forklift*

Sumber: www.toyota-forklifts.eu

Untuk menghitung *aisle* yang dibutuhkan oleh setiap *forklift*, tidak hanya mempertimbangkan *turning radius* saja akan tetapi juga memperhatikan material terpanjang yang diangkut oleh setiap *forklift*. Berikut ini adalah perhitungan lebar *aisle* untuk setiap *forklift*:

1. *Forklift* berkapasitas 7 ton

Forklift dengan kapasitas 7 ton memiliki lebar 2 m dan *turning radius* 3,4 m dengan akan tetapi dalam keadaan tidak membawa material. Di gudang bahan baku PT. Central Diesel, material yang dibawa oleh *forklift* berkapasitas 7 ton mencapai panjang 5 m (*Zeropack* 1250 kVA) sehingga harus dilakukan perhitungan perbandingan untuk mengetahui *aisle* yang dibutuhkan agar *forklift* dapat bermanuver dengan lancar ketika membawa material terbesar. Berikut ini adalah perhitungannya.

Diketahui:

$$\frac{3,4}{2} = \frac{x}{5}$$

$$2x = 17$$

$$x = 8,5 \text{ m}$$

2. *Forklift* berkapasitas 3,5 ton

Forklift dengan kapasitas 3,5 ton memiliki lebar 1,28 m dan *turning radius* 2,46 m dengan akan tetapi dalam keadaan tidak membawa material. Di gudang bahan baku PT. Central Diesel, material yang dibawa oleh *forklift* berkapasitas 3,5 ton mencapai panjang 2,7 m (*Engine* 650 kVA) sehingga harus dilakukan perhitungan perbandingan

untuk mengetahui *aisle* yang dibutuhkan agar *forklift* dapat bermanuver dengan lancar ketika membawa material terbesar. Berikut ini adalah perhitungannya.

Diketahui:

$$\frac{2,46}{1,3} = \frac{x}{2,7}$$

$$1,3 x = 6,642$$

$$x = 5,12 \text{ m}$$

3. *Forklift* berkapasitas 1,5 ton

Forklift dengan kapasitas 1,5 ton memiliki lebar 1,1 m dan *turning radius* 1,77 m dengan akan tetapi dalam keadaan tidak membawa material. Di gudang bahan baku PT. Central Diesel, material terbesar yang dibawa oleh *forklift* berkapasitas 1,5 ton yaitu 1,85 (*Engine* 110 kVA) sehingga diperlukan perhitungan perbandingan perhitungan untuk mengetahui *aisle* yang dibutuhkan agar *forklift* dapat bermanuver dengan lancar ketika membawa material terbesar. Berikut ini adalah perhitungannya.

$$\frac{1,77}{1,1} = \frac{x}{1,85}$$

$$1,1x = 3,27$$

$$x = 2,97 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan seperti di atas, pada Tabel 4.11 disajikan kebutuhan lebar *aisle* untuk setiap *forklift*.

Tabel 4.11 Kebutuhan Lebar *Aisle* untuk Setiap *Forklift*

Kapasitas <i>Forklift</i>	Dimensi Terpanjang <i>Forklift</i> (d)
7 ton	8,5 m
3,5 ton	5,12 m
1,5 ton	2,97 m

Pada perancangan tata letak gudang bahan baku yang yang baru, material kelas A, B, dan C diposisikan berdasarkan dua tipe *aisle* yaitu *within aisle storage* dan *across aisle storage*. Material di dalam gudang disimpan dalam beberapa blok lantai penyimpanan dimana setiap bloknya memiliki ukuran panjang dan lebar yang berbeda-beda karena material yang berada di dalamnya memiliki dimensi yang berbeda. Untuk memunculkan beberapa alternatif *layout* material di gudang, selain mengacu pada tipe *aisle*, acuan yang digunakan adalah jumlah blok di dalam gudang. Jumlah blok di dalam gudang dibuat mulai dari satu blok hingga jumlah blok yang dimana luas gudang sudah tidak mencukupi lagi yaitu empat blok. Jumlah alternatif *layout* yang muncul dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Alternatif *Layout* yang Muncul


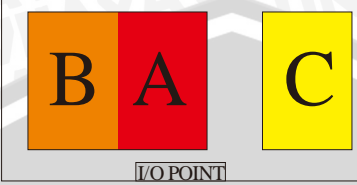
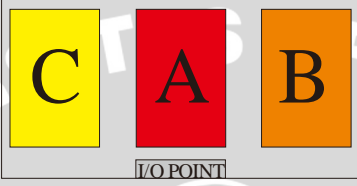



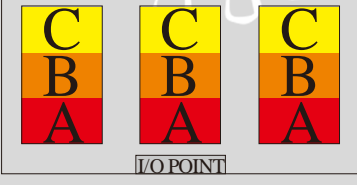

Tipe Aisle	Jumlah Blok dalam Gudang	Alternatif <i>Layout</i> Ke-
<i>Within Aisle-Storage</i>	1	I
	2	II
	3	III
	4	IV
<i>Across Aisle-Storage</i>	1	V
	2	VI
	3	VII
	4	VIII

Dengan mengacu pada dua tipe *aisle* dan jumlah blok yang memungkinkan di dalam gudang sebenarnya bisa memunculkan sebanyak delapan alternatif *layout*. Akan tetapi terdapat dua alternatif *layout* yang tereliminasi karena tidak sesuai dengan dasar teori yang digunakan yaitu alternatif *layout* I dan II, yang dimaksud tidak sesuai dengan dasar teori yaitu di dalam gudang bahan baku material dibedakan menjadi tiga kelas A, B, dan C, akan tetapi jika digambarkan dengan tipe *within aisle-storage* (Gambar 2.1) maka material minimal harus dipisahkan menjadi tiga blok karena setiap blok terdiri dari satu kelas saja. Akan tetapi pada alternatif *layout* I dan II di dalamnya hanya terdiri dari satu dan dua blok saja. Gambar secara lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.14. Adapun enam alternatif *layout* yang telah dibuat untuk gudang bahan baku yang baru PT. Central Diesel dapat dilihat pada Gambar 4.5 hingga Gambar 4.10. Untuk lebih memperjelas setiap alternatif *layout* usulan, maka diberikan analisis setelah gambar. Keterangan kode material tersaji pada Tabel 4.13.

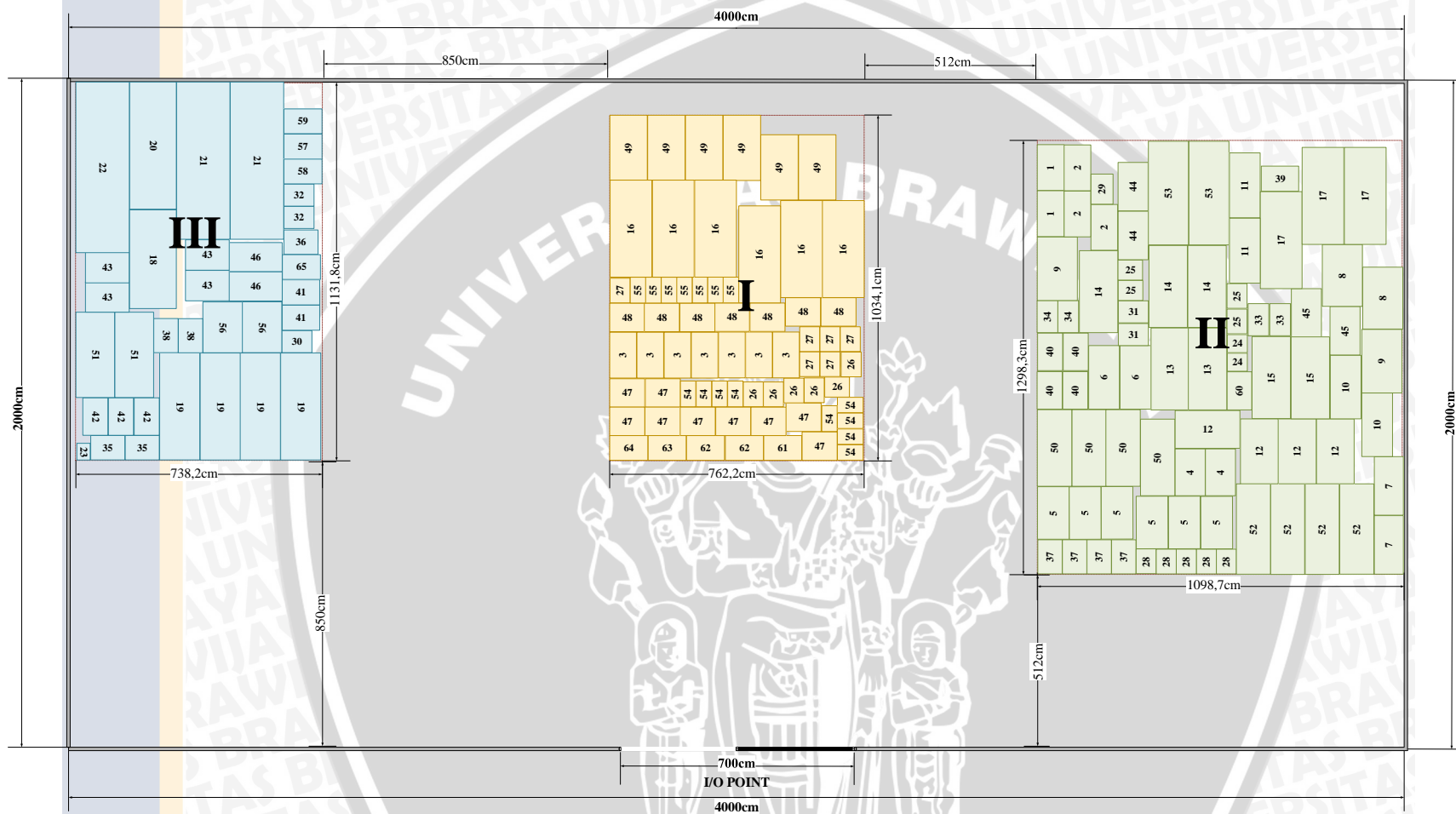
Tabel 4.13 Kode Material

Kode	Nama Material	Kode	Nama Material	Kode	Nama Material
1	Zeropack 9 kVA	23	Generator 9 kVA	45	Generator 400 kVA
2	Zeropack 13 kVA	24	Generator 13,5 kVA	46	Generator 500 kVA
3	Zeropack 20 kVA	25	Generator 16 kVA	47	Engine 25 kVA
4	Zeropack 25 kVA	26	Generator 20 kVA	48	Engine 30 kVA
5	Zeropack 30 kVA	27	Generator 22,5 kVA	49	Engine 110 kVA
6	Zeropack 40 kVA	28	Generator 27,5 kVA	50	Engine 140 kVA
7	Zeropack 45 kVA	29	Generator 30 kVA	51	Engine 250 kVA
8	Zeropack 50 kVA	30	Generator 31,3 kVA	52	Engine 500 kVA
9	Zeropack 60 kVA	31	Generator 42,5 kVA	53	Engine 650 kVA
10	Zeropack 65 kVA	32	Generator 50 kVA	54	Radiator 25 kVA
11	Zeropack 80 kVA	33	Generator 60 kVA	55	Radiator 30 kVA
12	Zeropack 100 kVA	34	Generator 62,5 kVA	56	Radiator 200 kVA
13	Zeropack 135 kVA	35	Generator 72,5 kVA	57	Silencer 15/4
14	Zeropack 150 kVA	36	Generator 80 kVA	58	Silencer 12/4
15	Zeropack 200 kVA	37	Generator 85 kVA	59	Silencer 16/8
16	Zeropack 250 kVA	38	Generator 100 kVA	60	Filter udara
17	Zeropack 350 kVA	39	Generator 135 kVA	61	Toolkit
18	Zeropack 400 kVA	40	Generator 140 kVA	62	Loose part
19	Zeropack 500 kVA	41	Generator 150 kVA	63	Accu 50 AH
20	Zeropack 650 kVA	42	Generator 160 kVA	64	Accu 100 AH
21	Zeropack 1000 kVA	43	Generator 250 kVA	65	Flexible
22	Zeropack 1250 kVA	44	Generator 350 kVA		

Tabel 4.14 Pengeliminasian Alternatif *Layout* yang akan Dibuat

Alternatif <i>Layout</i>	Gambar <i>Layout</i>	Keterangan
I		Tereliminasi
II		Tereliminasi
III		Tidak tereliminasi
IV		Tidak tereliminasi
V		Tidak tereliminasi
VI		Tidak tereliminasi
VII		Tidak tereliminasi
VIII		Tidak tereliminasi





Gambar 4.5 Alternatif *Layout* III

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Pada seluruh alternatif *layout* berisi material yang terbagi menjadi tiga kelas, yaitu A, B, dan C. Terdapat dua alternatif *layout* dalam setiap bloknya berisi satu kelas saja dan empat alternatif lainnya dalam setiap bloknya berisi tiga kelas material. Pada setiap blok, penempatan material diurutkan berdasarkan frekuensi perpindahannya per bulan. Material dengan frekuensi tertinggi diletakkan paling dekat dengan *I/O point*, begitu pula sebaliknya material dengan frekuensi terendah diletakkan paling jauh dari *I/O point*. Beberapa alternatif *layout* dalam bloknya terdapat material yang penempatannya tidak sesuai dengan urutan frekuensinya dikarenakan harus mencukupkan *space* gudang yang tersedia.

Alternatif *layout* III yang disajikan pada Gambar 4.5 merupakan *layout* dengan tipe *aisle within-aisle storage* yang terbagi menjadi tiga blok penyimpanan. Blok I ditempati oleh material kelas A, blok II ditempati oleh material kelas B, dan blok III ditempati oleh material kelas C sehingga blok I diletakkan paling dekat dengan *I/O point*. Blok II berada di sebelah kanan blok I, dan blok III berada di sebelah kiri blok I. Ukuran setiap blok berbeda-beda dikarenakan jumlah dan ukuran material yang disimpan dalam setiap blok juga berbeda. Blok I ditempati sebanyak 68 tempat penyimpanan, blok II sebanyak 81 tempat penyimpanan, dan blok III sebanyak 37 tempat penyimpanan. Total luas blok pada alternatif *layout* III yaitu 304,9 m². Luas setiap blok pada alternatif *layout* III tersaji pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Luas Blok Alternatif *Layout* III

Blok	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm ²)	Luas (m ²)
I	1034,1	762,2	788191,1	78,8
II	1131,8	738,2	835494,8	83,5
III	1298,3	1098,7	1426442,3	142,6
Total				304,9

Lebar *aisle* antara blok I dan II dengan lebar *aisle* antara blok II dan III ukurannya berbeda. Hal ini dikarenakan menyesuaikan dengan ukuran *forklift* yang melalui *aisle* tersebut. Jarak antara *aisle* blok I dan II lebarnya yaitu 5,12 m karena *aisle* tersebut hanya akan dilalui oleh *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton dan 3,5 ton saja. Sedangkan *aisle* antara blok II dan III harus bisa dilalui oleh semua *forklift* karena seluruh material yang diangkut dengan menggunakan *forklift* 7 ton berada di blok III. Untuk *aisle* yang berada di depan blok I dan III yaitu 857 cm agar bisa dilalui oleh *forklift* berkapasitas 7 ton. Berbeda halnya dengan *aisle* yang berada di depan blok II yang hanya 5,12 m karena hanya dilalui oleh *forklift* 1,5 ton dan 3,5 ton.

Proses pengambilan material pada alternatif *layout* III harus dilakukan dengan cara bongkar muat material, baik itu blok I, II, dan III. Untuk mempermudah proses bongkar muat material maka harus diberikan jarak *aisle* yang cukup agar *forklift* dapat bermanuver dan bergerak membawa material dengan lancar. *Aisle* diberikan di antara blok selain itu juga

diberikan di depan blok. Lebar gang yang ada di depan blok disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance* agar *forklift* bisa lebih mudah untuk mengambil maupun meletakkan material yang ada dibagian ujung blok, misalnya material nomor 7 yang disimpan pada blok II. Posisi blok I dan II tidak menempel dengan tembok bagian belakang agar jarak material tidak terlalu jauh dengan *I/O point*, akan tetapi jarak yang berada didepan blok sudah disesuaikan dengan kebutuhan lebar *aisle* yang dibutuhkan oleh *forklift* yang akan melaluinya.

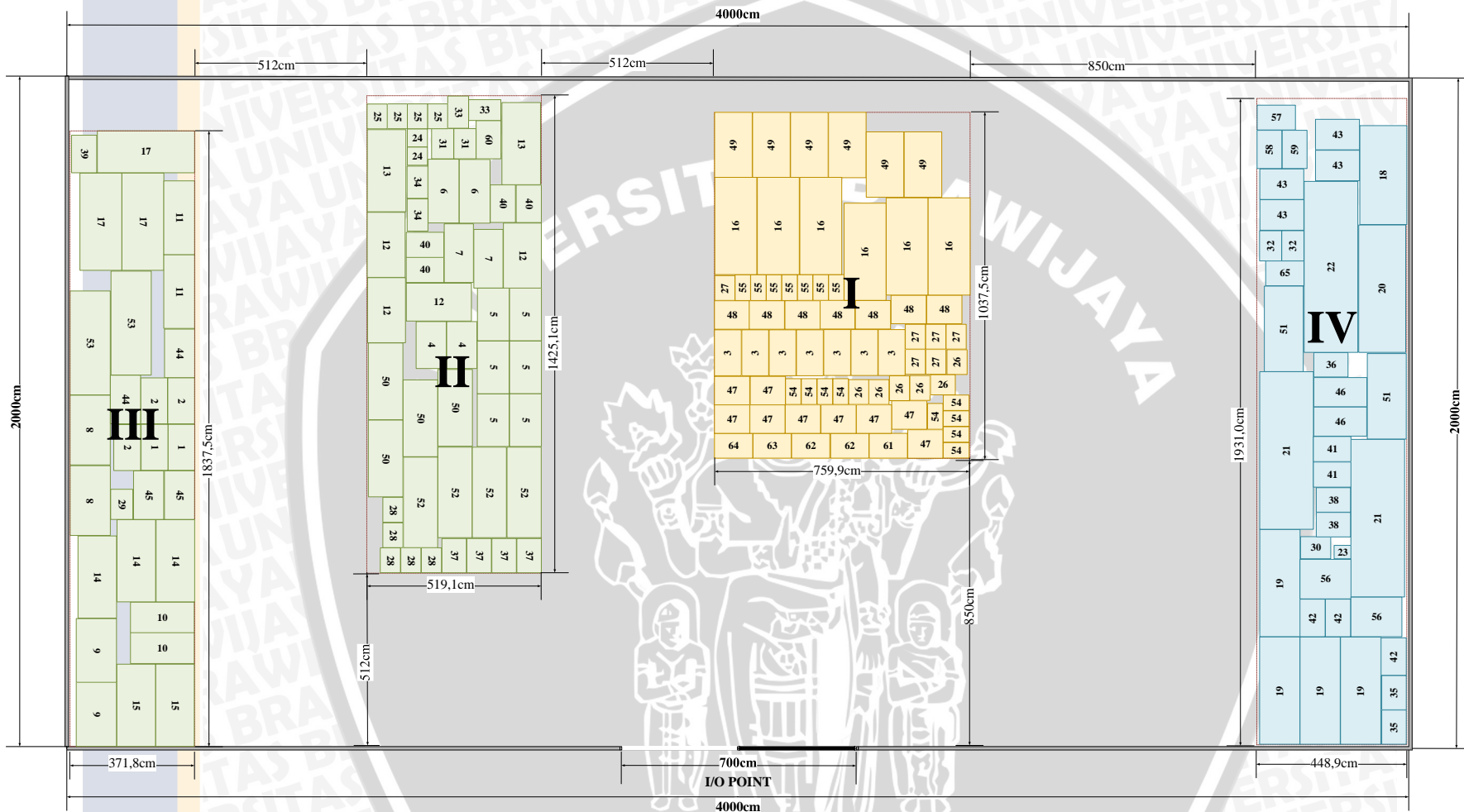
Alternatif *layout* IV yang disajikan pada Gambar 4.6 merupakan *layout* dengan tipe *aisle within-aisle storage* yang terbagi menjadi empat blok penyimpanan. Blok I ditempati oleh material kelas A, blok II dan III ditempati oleh material kelas B, dan blok IV ditempati oleh material kelas C. Blok I diletakkan paling dekat dengan pintu *I/O point*, di sebelah kanan kiri blok I terdapat blok II dan IV, dan disebelah kiri blok II terdapat blok III. Blok I ditempati sebanyak 68 tempat penyimpanan, blok II sebanyak 52 tempat penyimpanan, blok III sebanyak 29 tempat penyimpanan, dan blok IV sebanyak 37 tempat penyimpanan. Material kelas B dibagi menjadi dua blok karena jumlahnya lebih banyak dibandingkan kedua kelas lainnya. Total luas blok pada alternatif *layout* IV yaitu 307,1 m². Luas setiap blok pada alternatif *layout* IV tersaji pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Luas Blok Alternatif *Layout* IV

Blok	Panjang	Lebar	Luas (cm ²)	Luas (m ²)
I	1037,5	759,9	788396,3	78,8
II	1425,1	519,1	739769,5	74
III	1931	371,8	717945,8	71,8
IV	1837,5	448,9	824853,8	82,5
Total				307,1

Lebar *aisle* yang berada di antara blok I, II, dan III lebih sempit karena *aisle* tersebut hanya akan dilalui oleh *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton dan 3,5 ton saja, sedangkan *aisle* antara blok I dan IV harus bisa dilalui oleh *forklift* yang terbesar karena seluruh material yang diangkut dengan menggunakan *forklift* 7 ton berada di blok IV. Untuk *aisle* yang berada di depan blok I yaitu 850 cm karena harus bisa dilalui oleh *forklift* berkapasitas 7 ton yang mengangkat muatan dari blok IV. Sedangkan yang berada di depan blok II hanya 512 cm karena hanya dilalui oleh *forklift* 1,5 ton dan 3 ton saja.

Proses pengambilan material pada alternatif *layout* IV juga sama seperti pada *layout* sebelumnya, yaitu harus dilakukan dengan cara bongkar muat material, baik itu blok I, II, III, dan IV. Untuk mempermudah proses bongkar muat material maka harus diberikan jarak *aisle* yang cukup agar *forklift* dapat bermanuver dan bergerak membawa material dengan lancar. *Aisle* diberikan di antara blok selain itu juga diberikan di depan blok.



Gambar 4.6 Alternatif *Layout IV*

Keterangan gambar:

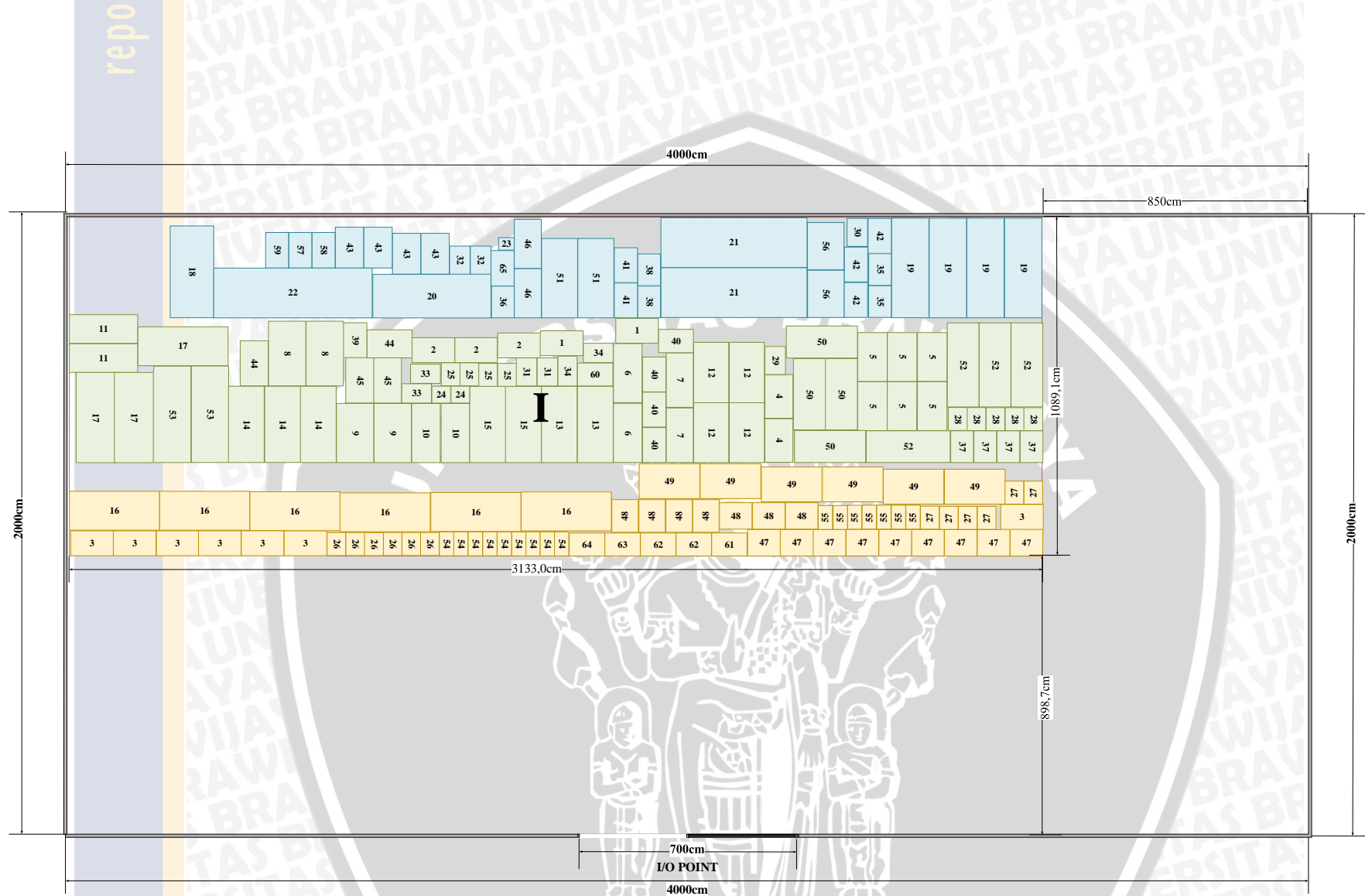
- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

Lebar gang yang ada di depan blok disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance*, seperti pada blok I dan II agar pergerakan *forklift* menjadi lebih mudah ketika akan menuju atau meninggalkan blok III dan IV. Posisi blok I dan II tidak menempel dengan tembok bagian belakang agar jarak material tidak terlalu jauh dengan *I/O point*, akan tetapi jarak yang berada didepan blok sudah disesuaikan dengan kebutuhan lebar *aisle* yang dibutuhkan oleh *forklift* yang akan melaluinya. Berbeda dengan blok III dan IV, kedua blok tersebut menempel pada bagian tembok depan dan di bagian depan blok tidak diberikan *aisle* karena lebar yang tersisa tidak memenuhi kebutuhan minimal dari setiap *forklift* agar bisa masuk ke dalam *aisle* tersebut. Sehingga lebar yang tersisa diletakkan di bagian belakang blok agar material jaraknya lebih dekat dengan *I/O point*.

Alternatif *layout V* yang disajikan pada Gambar 4.7 *layout* dengan tipe *aisle across-storage* yang hanya terdiri dari satu blok penyimpanan yang berisi material kelas A, B, dan C. Dimana material kelas A diletakkan paling dekat dengan *I/O point*, material B di bagian tengah, dan material kelas C diletakkan pada bagian belakang. Blok berisi 186 tempat penyimpanan. *Aisle* berada di samping kanan dan depan blok dengan lebar 850 cm dan 898,7 cm karena *aisle* harus bisa dilalui oleh ketiga *forklift*. Total luas blok pada alternatif *layout V* yaitu 341,2 m².

Proses pengambilan material pada alternatif *layout V* juga sama seperti pada *layout III* dan *IV*, yaitu harus dilakukan dengan cara bongkar muat material. *Layout V* hanya terdiri dari blok saja, sehingga *aisle* nya berada di bagian samping kanan dan depan blok saja dengan jarak yang disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance*.

Alternatif *layout VI* yang disajikan pada Gambar 4.8 merupakan *layout* dengan tipe *aisle across-aisle storage* yang terbagi menjadi dua blok penyimpanan. Setiap blok ditempati oleh material kelas A, B, dan C. Dimana kelas A diletakkan paling dekat dengan *I/O point*, kemudian ditengah terdapat kelas B, dan diikuti oleh material kelas C. *Layout* ini hanya terdiri dari dua blok maka blok sama-sama diletakkan dekat dengan *I/O point* dan kedua blok memiliki material dengan frekuensi keluar masuknya material yang hampir sama. Blok I ditempati sebanyak 88 tempat penyimpanan dan blok II ditempati sebanyak 98 tempat penyimpanan. Jumlah tempat penyimpanan antara blok I dan II berbeda, hal ini dikarenakan mempertimbangkan kecukupan luas penyimpanan. Total luas blok pada alternatif *layout VI* yaitu 352,1 m². Luas setiap blok pada alternatif *layout VI* tersaji pada Tabel 4.17. *Aisle* diberikan di antara blok I dan II dan di depan blok dengan ukuran lebarnya yaitu 850 cm karena material yang diangkut dengan menggunakan *forklift* 7 ton berada di kedua blok.

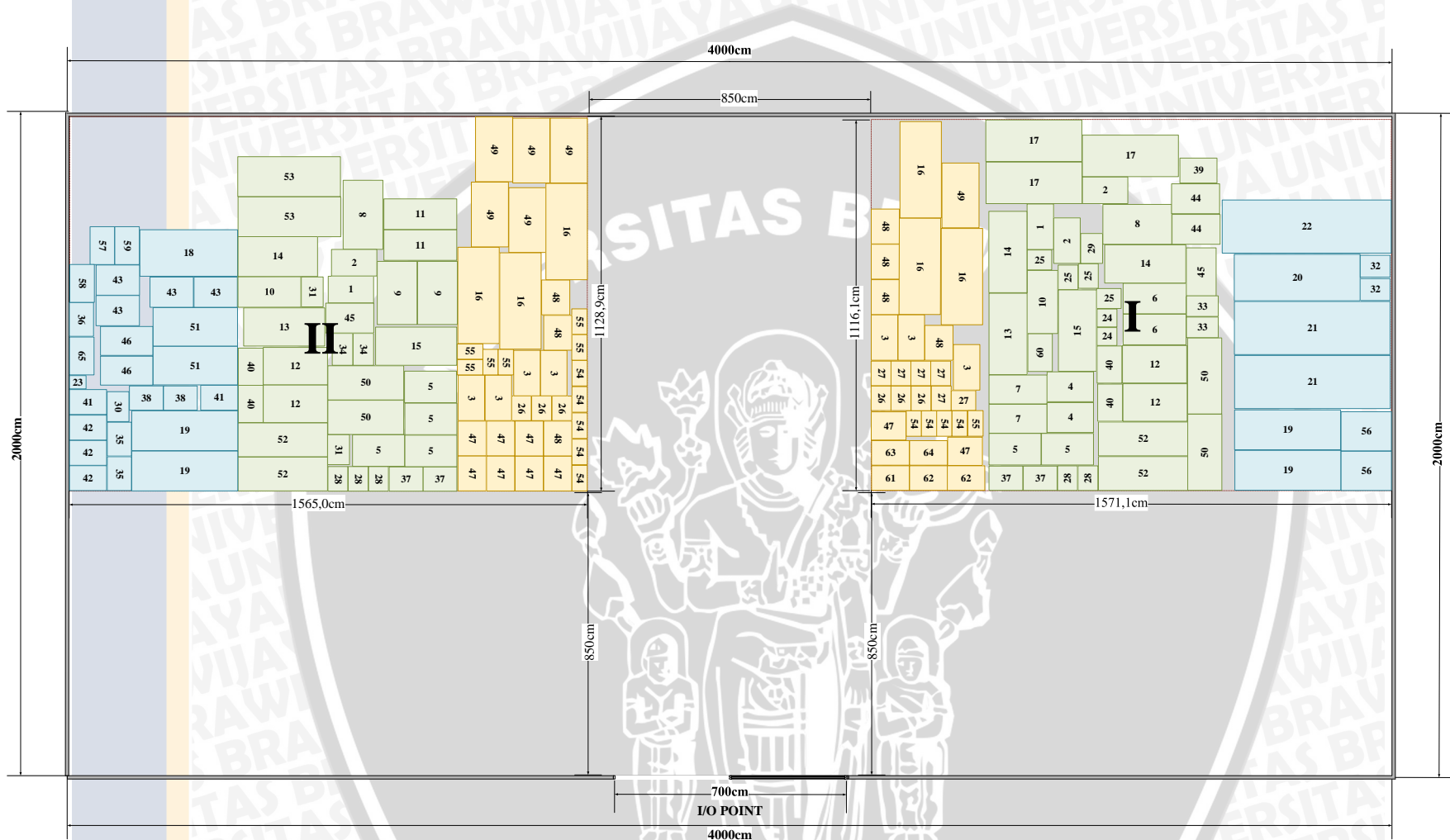


Gambar 4.7 Alternatif *Layout* V

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C





Gambar 4.8 Alternatif *Layout* VI

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.17 Luas Blok Alternatif *Layout* VI

Blok	Panjang	Lebar	Luas (cm ²)	Luas (m ²)
I	1571,1	1116,1	1753504,8	175,4
II	1565	1128,9	1766728,5	176,7
Total				352,1

Proses pengambilan material pada alternatif *layout* VI juga sama seperti pada *layout* sebelum-sebelumnya, yaitu harus dilakukan dengan cara bongkar muat material. *Layout* VI hanya terdiri dari dua blok, sehingga *aisle* nya berada di antara blok dan di depan blok saja dengan jarak yang disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance*. Sehingga *forklift* bisa masuk dengan leluasa jika akan mengambil material yang berada di kelas C, misalnya material nomor 19.

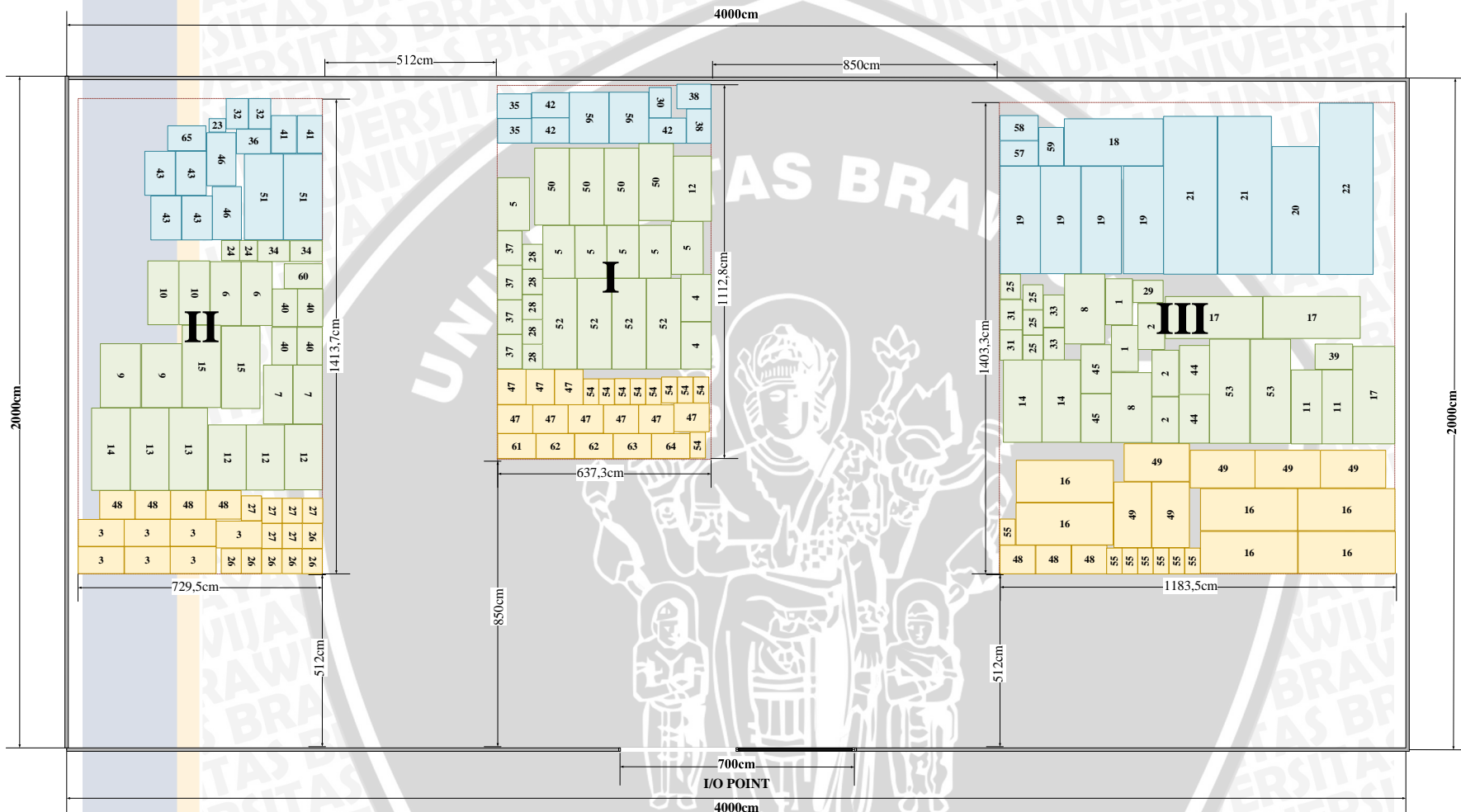
Alternatif *layout* VII yang disajikan pada Gambar 4.9 merupakan *layout* dengan tipe *aisle across-aisle storage* yang terbagi menjadi tiga blok penyimpanan. Masing-masing blok ditempati oleh material kelas A, B, dan C. Pada setiap blok, material kelas A diletakkan paling dekat dengan pintu, kemudian di tengah terdapat material kelas B, dan material kelas C terletak di bagian belakang. Penempatan blok diurutkan mulai dari blok yang berisi material dengan frekuensi keluar masuknya yang tertinggi (Blok I) hingga yang terendah (Blok III). Blok I berisi sebanyak 59 tempat penyimpanan, blok II sebanyak 63 tempat penyimpanan, blok IV sebanyak 64 tempat penyimpanan. Total luas blok pada alternatif *layout* VII yaitu 340,1 m². Luas setiap blok pada alternatif *layout* VII tersaji pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Luas Blok Alternatif *Layout* VII

Blok	Panjang	Lebar	Luas (cm ²)	Luas (m ²)
I	1112,8	637,3	709187,5	70,9
II	1413,7	729,5	1031294,2	103,1
III	1403,3	1183,5	1660805,6	166,1
Total				340,1

Aisle berada di antara blok I, II dan III. Lebar *aisle* di antara blok I dan II yaitu 512 cm karena hanya dilalui oleh *forklift* 3,5 ton dan 1,5 ton, sedangkan *aisle* yang berada di antara blok I dan III yaitu 850 cm karena harus bisa dilalui oleh ketiga *forklift*. Seluruh material kelas yang diangkut dengan menggunakan *forklift* 7 ton berada di blok III. Hal ini dikarenakan mempertimbangkan kecukupan luas gudang, jika material-material tersebut diletakkan di dalam blok yang berbeda maka akan membutuhkan lebar *aisle* yang lebih besar antar bloknya. Lebar gang yang ada di depan blok disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance*, seperti pada blok I dan II agar pergerakan *forklift* menjadi lebih mudah ketika akan menuju atau meninggalkan blok III dan IV. Posisi blok I dan II tidak menempel dengan tembok bagian belakang agar jarak material tidak terlalu jauh dengan I/O point.

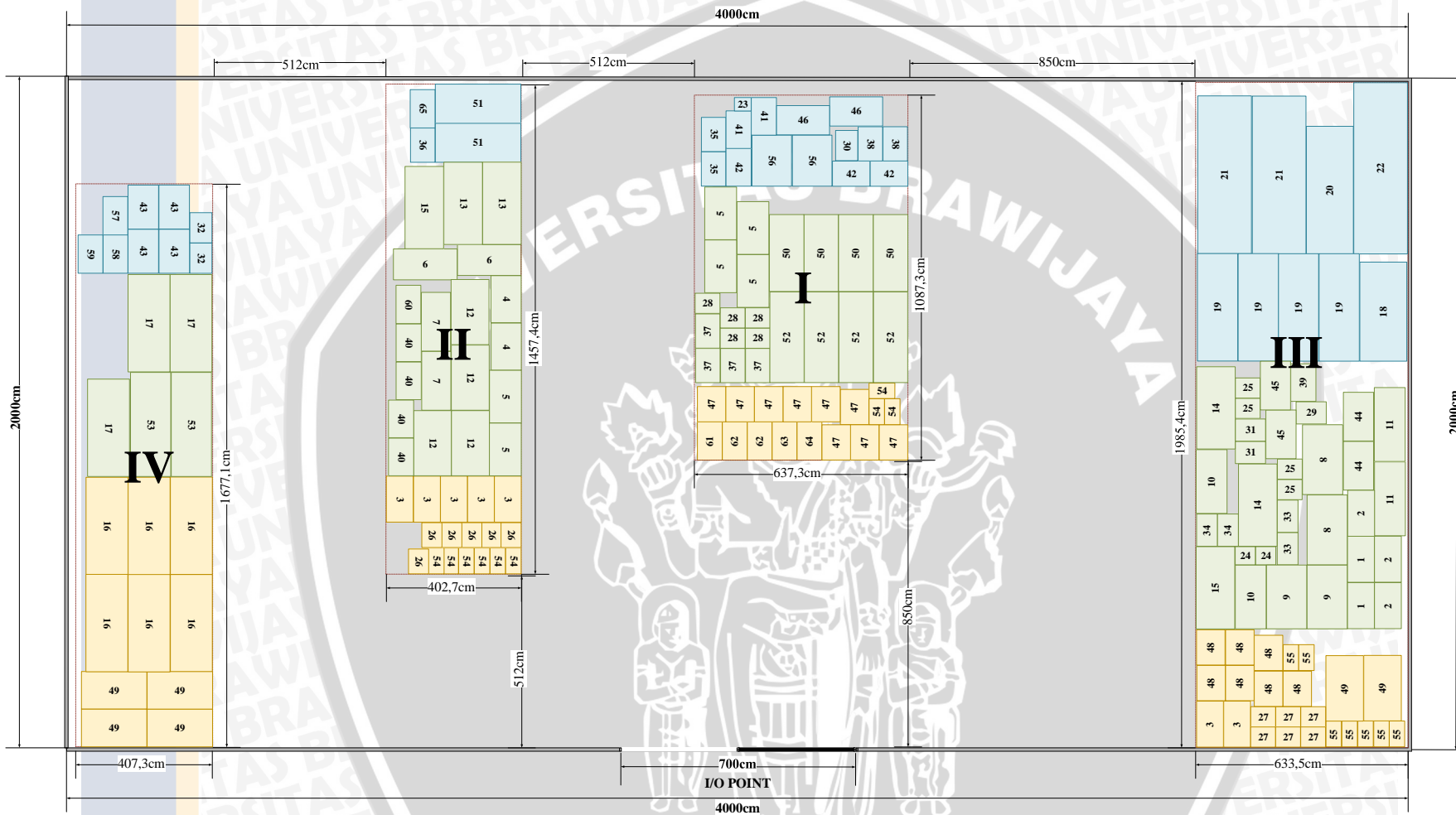




Gambar 4.9 Alternatif *Layout* VII

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C



Gambar 4.10 Alternatif *Layout VIII*

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Alternatif *layout* VII sama halnya seperti pada alternatif *layout* III, proses pengambilan material pada *layout* VII harus dilakukan dengan cara bongkar muat material, baik itu untuk blok I, II, dan III. Untuk mempermudah proses bongkar muat material maka harus diberikan jarak *aisle* yang cukup agar *forklift* dapat bermanuver dan bergerak membawa material dengan lancar. *Aisle* diberikan di antara blok selain itu juga diberikan di depan blok. Lebar gang yang ada di depan blok disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance* agar *forklift* bisa lebih mudah untuk mengambil maupun meletakkan material yang ada dibagian ujung blok. Blok II dan III juga tidak menempel dengan tembok samping, hal itu dikarenakan agar material lebih dekat dengan jarak I/O *point*.

Alternatif *layout* VIII yang disajikan pada Gambar 4.10 merupakan *layout* dengan tipe *aisle across-aisle storage* yang terbagi menjadi empat blok penyimpanan. Masing-masing blok ditempati oleh material kelas A, B, dan C. Dalam setiap blok, material kelas A diletakkan paling depan dan dekat dengan I/O *point*, diikuti material kelas B, dan material kelas C di bagian paling belakang. Penempatan blok diurutkan mulai dari blok yang berisi material dengan frekuensi keluar masuknya yang tertinggi (Blok I) hingga yang terendah (Blok IV). Blok I diletakkan paling dekat I/O *point*, di samping kiri blok I terdapat blok II, di samping kanan blok I terdapat blok III, dan yang terjauh dengan I/O *point* yaitu blok IV yang berada di samping kiri blok II. Blok I berisi sebanyak 53 tempat penyimpanan, blok II berisi sebanyak 41 tempat penyimpanan, blok III berisi sebanyak 67 tempat penyimpanan, dan blok IV berisi sebanyak 25 tempat penyimpanan. Total luas blok pada alternatif *layout* IX yaitu 322,1 m². Luas setiap blok pada alternatif *layout* VIII tersaji pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Luas Blok Alternatif *Layout* VIII

Blok	Panjang	Lebar	Luas (cm ²)	Luas (m ²)
I	1087,3	637,3	692936,3	69,3
II	1457,4	402,7	586895	58,7
III	1985,4	633,5	1257750,9	125,8
IV	1677,1	407,3	683082,9	68,3
Total				322,1

Aisle berada di antara blok I, II, II, dan IV. Lebar *aisle* yang berada di antara blok I, II, dan IV lebih sempit karena *aisle* tersebut hanya akan dilalui oleh *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton dan 3,5 ton saja yaitu 516 cm, sedangkan *aisle* antara blok I dan III harus bisa dilalui oleh *forklift* yang terbesar karena seluruh material yang diangkut dengan menggunakan *forklift* 7 ton berada di blok IV. Untuk *aisle* yang berada di depan blok I yaitu 850 cm karena *aisle* tersebut harus bisa dilalui oleh *forklift* berkapasitas 7 ton yang mengangkut material dari blok III. Berbeda dengan *aisle* di depan blok II yang lebarnya hanya 512 cm karena hanya akan dilalui oleh *forklift* berkapasitas 3,5 ton dan 1,5 ton.

Proses pengambilan material pada alternatif *layout* VIII juga dilakukan dengan cara bongkar muat material, baik itu blok I, II, III, dan IV. Untuk mempermudah proses bongkar muat material maka harus diberikan jarak *aisle* yang cukup agar *forklift* dapat bermanuver dan bergerak membawa material dengan lancar. *Aisle* dan blok pada *layout* VIII hampir sama dengan *layout* III yaitu diberikan di antara blok selain itu juga diberikan di depan blok. Lebar gang yang ada di depan blok disesuaikan dengan kebutuhan minimal *aisle* yang telah diberikan *allowance*, seperti pada blok I dan II agar pergerakan *forklift* menjadi lebih mudah ketika akan menuju atau meninggalkan blok III dan IV.

Posisi blok I dan II tidak menempel dengan tembok bagian belakang agar jarak material tidak terlalu jauh dengan *I/O point*, akan tetapi jarak yang berada didepan blok sudah disesuaikan dengan kebutuhan lebar *aisle* yang dibutuhkan oleh *forklift* yang akan melaluinya. Berbeda dengan blok III dan IV, kedua blok tersebut menempel pada bagian tembok depan dan di bagian depan blok tidak diberikan *aisle* karena lebar yang tersisa tidak memenuhi kebutuhan minimal dari setiap *forklift* agar bisa masuk ke dalam *aisle* tersebut. Sehingga lebar yang tersisa diletakkan di bagian belakang blok agar material jaraknya lebih dekat dengan *I/O point*.

Dalam proses pengambilan dan peletakan material untuk semua alternatif *layout* sama yaitu harus melakukan bongkar muat material dengan menggunakan *forklift* dikarenakan di dalam gudang material memang hanya diletakkan di lantai dan ditumpuk saja tanpa menggunakan rak. Misalnya karyawan gudang akan mengambil material yang posisinya berada di dalam dan pojok maka harus melakukan bongkar muat material yang ada di depan atau samping material tersebut. Ketika melakukan bongkar muat tersebut, material yang dibongkar sementara diletakkan pada *aisle* dan dikembalikan lagi ke tempat semula ketika material yang dimaksud sudah diambil.

4.3.5 Perbandingan antar Alternatif Layout

Setelah merancang alternatif *layout* untuk gudang bahan baku yang baru, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan kedelapan *layout* tersebut berdasarkan empat aspek yang selanjutnya dijadikan sebagai parameter pembandingan yaitu utilitas ruang, utilitas blok, jarak perpindahan per tahun, dan Ongkos *Material Handling* (OMH) per tahun.

4.3.5.1 Alternatif Layout III

Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif *layout* I:

1. Utilitas Ruang dan Utilitas Blok

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang. Sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio total pemakaian blok dan luas total blok. Luas gudang bahan baku yang baru yaitu 800 m² sedangkan luas blok yang tersedia yaitu 324,7 m². Luas pemakaian blok menggunakan total dari luas seluruh material yang disimpan di dalam blok dimana perhitungannya bisa dilihat pada Lampiran 5.

Diketahui:

Luas ruang gudang : 800 m²

Luas total blok : 304,9 m²

Luas total pemakaian blok : 276,1 m²

Perhitungan utilitas ruang :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang gudang}} \times 100\% \\ &= \frac{304,9 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 38,12\% \end{aligned}$$

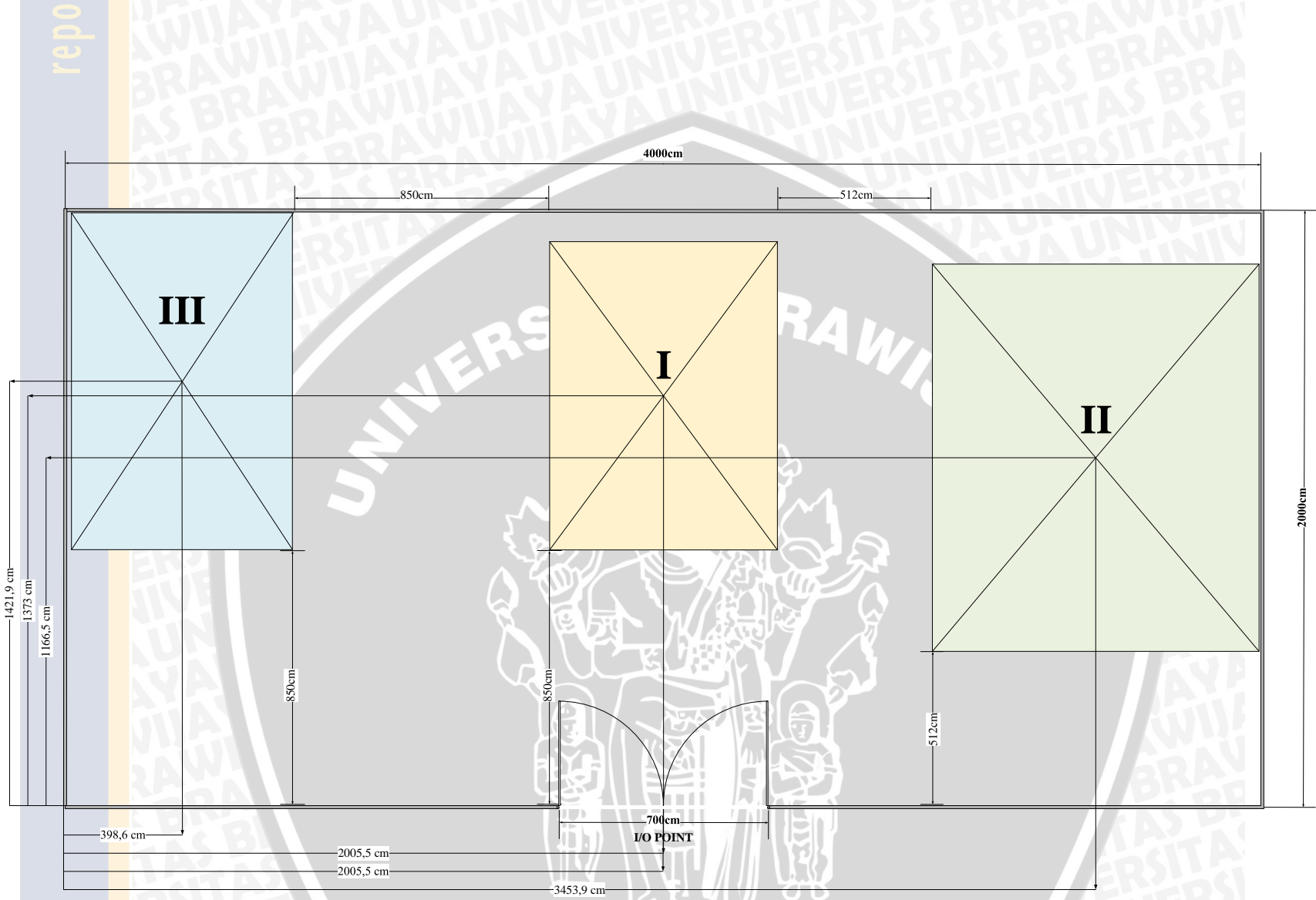
Perhitungan utilitas blok :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian blok}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ &= \frac{276,1 \text{ m}^2}{304,9 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 90,56\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* III sebesar 38,12%, sedangkan utilitas blok sebesar 90,56%.

2. Jarak Perpindahan

Jarak perpindahan bahan baku diketahui dari perhitungan frekuensi dan jarak lokasi penyimpanan. Pengukuran jarak lokasi penyimpanan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*, yaitu dengan menghitung jarak antara titik secara tegak lurus. Perhitungan jarak lokasi penyimpanan setiap material dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk (*I/O point*) dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pengukuran jarak perpindahan diasumsikan bahwa jarak penyimpanan maupun pengambilan material bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik tersebut akan sama.



Gambar 4.11 Penentuan Titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout III*

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

Gambar 4.11 merupakan penentuan titik pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* III. Titik pojok kiri bawah sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut. Blok penyimpanan berbentuk segi empat sehingga titik berat merupakan setengah dari panjang sisi sumbu untuk masing-masing sumbu (perpotongan diagonal). Titik (x) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu x dari blok dan titik (y) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu y dari blok. Tabel 4.20 merupakan koordinat pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* III.

Tabel 4.20 Koordinat titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout* III

Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
<i>I/O point</i>	(2000,5 ; 0)
Blok I	(2000,5 ; 1373)
Blok II	(3453,9 ; 1166,5)
Blok III	(398,6 ; 1421,9)

Setelah ditemukan koordinat titik pusat setiap blok penyimpanan maka selanjutnya dihitung jarak setiap material ke *I/O point*. Tabel 4.21 merupakan perhitungan jarak *rectilinear* dari *I/O point* ke masing-masing titik pusat blok penyimpanan alternatif *layout* III. Setelah mengetahui jarak *rectilinear* setiap material dari *I/O point* ke titik pusat bloknya selanjutnya dilakukan perhitungan jarak perpindahan material berdasarkan frekuensinya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.22, diketahui bahwa total jarak perpindahan keseluruhan material per bulannya adalah sebesar 10.797,206 m. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 21.594,412 m.

Sehingga pada alternatif *layout* III dalam satu tahunnya jarak perpindahan material di gudang bahan baku yang ditempuh yaitu sebesar 21,594,412 m x 12 bulan = 259.132,944 m/tahun.

3. Ongkos *Material Handling* (OMH)

Dalam melakukan perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) terdapat beberapa asumsi yang digunakan, yaitu:

- Perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) hanya dilakukan pada saat penyimpanan dan pengambilan material.
- Kecepatan pemakaian peralatan *material handling* tetap, baik untuk *forklift* dalam keadaan berisi maupun kosong.
- Nilai aset (*forklift*) berkurang secara linier (proposal) terhadap waktu.

Tabel 4.21 Jarak *Rectilinear* Dari I/O Point ke Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout* III

No.	Material	Blok	Perhitungan Jarak	Jarak (m)
1	Zeropack 9 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
2	Zeropack 13 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
3	Zeropack 20 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
4	Zeropack 25 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
5	Zeropack 30 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
6	Zeropack 40 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
7	Zeropack 45 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
8	Zeropack 50 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
9	Zeropack 60 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
10	Zeropack 65 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
11	Zeropack 80 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
12	Zeropack 100 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
13	Zeropack 135 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
14	Zeropack 150 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
15	Zeropack 200 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
16	Zeropack 250 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
17	Zeropack 350 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
18	Zeropack 400 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
19	Zeropack 500 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
20	Zeropack 650 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
21	Zeropack 1000 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
22	Zeropack 1250 kVA	III	$d_{ij} = 2521,3 - 325,9 + 0 - 658,2 = 2195,4 + 658,2$	30,238
23	Generator 9 kVA	III	$d_{ij} = 2521,3 - 372,6 + 0 - 1637 = 2148,7 + 1637$	30,238
24	Generator 13,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
25	Generator 16 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
26	Generator 20 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
27	Generator 22,5 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
28	Generator 27,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
29	Generator 30 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
30	Generator 31,3 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
31	Generator 42,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
32	Generator 50 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
33	Generator 60 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
34	Generator 62,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
35	Generator 72,5 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
36	Generator 80 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
37	Generator 85 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
38	Generator 100 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
39	Generator 135 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
40	Generator 140 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
41	Generator 150 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
42	Generator 160 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
43	Generator 250 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
44	Generator 350 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
45	Generator 400 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
46	Generator 500 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
47	Engine 25 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
48	Engine 30 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
49	Engine 110 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
50	Engine 140 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
51	Engine 250 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
52	Engine 500 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
53	Engine 650 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
54	Radiator 25 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
55	Radiator 30 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
56	Radiator 200 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
57	Silencer 15/4	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
58	Silencer 12/4	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
59	Silencer 16/8	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238
60	Filter udara	II	$d_{ij} = 2000,5 - 3453,9 + 0 - 1166,5 = 1453,4 + 1166,5$	26,199
61	Toolkit	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
62	Loose part	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
63	Accu 50 AH	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
64	Accu 100 AH	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2000,5 + 0 - 1373 = 0 + 1373$	13,73
65	Flexible	III	$d_{ij} = 2000,5 - 3398,672,6 + 0 - 1421,9 = 1601,9 + 1421,9$	30,238

Tabel 4.22 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout* III

No.	Material	Jarak Rectilinear (m)	Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (unit)	Jarak Perpindahan (m)
1	Zeropack 9 kVA	26,199	2	52,398
2	Zeropack 13 kVA	26,199	2	52,398
3	Zeropack 20 kVA	13,73	21	288,33
4	Zeropack 25 kVA	26,199	5	130,995
5	Zeropack 30 kVA	26,199	6	157,194
6	Zeropack 40 kVA	26,199	4	104,796
7	Zeropack 45 kVA	26,199	4	104,796
8	Zeropack 50 kVA	26,199	2	52,398
9	Zeropack 60 kVA	26,199	3	78,597
10	Zeropack 65 kVA	26,199	3	78,597
11	Zeropack 80 kVA	26,199	2	52,398
12	Zeropack 100 kVA	26,199	4	104,796
13	Zeropack 135 kVA	26,199	4	104,796
14	Zeropack 150 kVA	26,199	2	52,398
15	Zeropack 200 kVA	26,199	3	78,597
16	Zeropack 250 kVA	13,73	16	219,68
17	Zeropack 350 kVA	26,199	2	52,398
18	Zeropack 400 kVA	30,238	2	60,476
19	Zeropack 500 kVA	30,238	2	60,476
20	Zeropack 650 kVA	30,238	2	60,476
21	Zeropack 1000 kVA	30,238	2	60,476
22	Zeropack 1250 kVA	30,238	2	60,476
23	Generator 9 kVA	30,238	2	60,476
24	Generator 13,5 kVA	26,199	3	78,597
25	Generator 16 kVA	26,199	2	52,398
26	Generator 20 kVA	13,73	23	315,79
27	Generator 22,5 kVA	13,73	19	260,87
28	Generator 27,5 kVA	26,199	8	209,592
29	Generator 30 kVA	26,199	2	52,398
30	Generator 31,3 kVA	30,238	2	60,476
31	Generator 42,5 kVA	26,199	2	52,398
32	Generator 50 kVA	30,238	2	60,476
33	Generator 60 kVA	26,199	3	78,597
34	Generator 62,5 kVA	26,199	3	78,597
35	Generator 72,5 kVA	30,238	2	60,476
36	Generator 80 kVA	30,238	2	60,476
37	Generator 85 kVA	26,199	11	288,189
38	Generator 100 kVA	30,238	2	60,476
39	Generator 135 kVA	26,199	2	52,398
40	Generator 140 kVA	26,199	4	104,796
41	Generator 150 kVA	30,238	2	60,476
42	Generator 160 kVA	30,238	2	60,476
43	Generator 250 kVA	30,238	2	60,476
44	Generator 350 kVA	26,199	2	52,398
45	Generator 400 kVA	26,199	2	52,398
46	Generator 500 kVA	30,238	2	60,476
47	Engine 25 kVA	13,73	25	343,25
48	Engine 30 kVA	13,73	19	260,87
49	Engine 110 kVA	13,73	12	164,76
50	Engine 140 kVA	26,199	6	157,194
51	Engine 250 kVA	30,238	2	60,476
52	Engine 500 kVA	26,199	6	157,194
53	Engine 650 kVA	26,199	2	52,398
54	Radiator 25 kVA	13,73	25	343,25
55	Radiator 30 kVA	13,73	19	260,87
56	Radiator 200 kVA	30,238	2	60,476
57	Silencer 15/4	30,238	2	60,476
58	Silencer 12/4	30,238	2	60,476
59	Silencer 16/8	30,238	2	60,476
60	Filter udara	26,199	4	104,796
61	Toolkit	13,73	173	2375,29
62	Loose part	13,73	80	1098,4
63	Accu 50 AH	13,73	27	370,71
64	Accu 100 AH	13,73	25	343,25
65	Flexible	30,238	2	60,476
		Total		10797,206

Dalam usaha menghitung biaya *material handling*, maka yang perlu diperhatikan adalah biaya mesin dan biaya operator. Biaya-biaya operasional *Material Handling* antara lain terdiri dari:

a. Biaya Mesin

Biaya mesin bergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan. Adapun *material handling* yang digunakan yaitu tiga buah *forklift* dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.23 Untuk menghitung biaya mesin terdiri dari biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya depresiasi.

Tabel 4.23 Spesifikasi *Forklift*

Spesifikasi <i>Forklift</i>	Kapasitas <i>Forklift</i> (ton)		
	1,5	3,5	7
Merk	Toyota	Komatsu	Toyota
Harga Pembelian (P)	Rp40.000.000,-	Rp120.000.000	Rp175.000.000
Umur Ekonomis (N)	6 tahun	6 tahun	5 tahun
Nilai Sisa (S)	Rp.25.000.000	Rp.60.000.000	Rp75.000.000
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp1.496.000	Rp1.112.000	Rp968.000
Jenis Bahan Bakar	Solar	Solar	Solar

Biaya *maintenance* setiap *forklift* sudah tersaji pada Tabel 4.23. Berikut ini adalah perhitungan biaya bahan bakar dan biaya depresiasi:

1). Biaya Bahan Bakar (*Variable Cost*)

Perusahaan menggunakan tiga unit *forklift* sebagai peralatan *material handling*nya dan ketiga *forklift* tersebut menggunakan bahan bakar solar. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak gudang perusahaan, setiap *forklift* memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda. Untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton bisa mencapai jarak 5 km/liter, *forklift* dengan kapasitas 3,5 ton bisa mencapai jarak 3 km/liter, dan untuk *forklift* dengan kapasitas 7 ton bisa mencapai jarak 2 km/liter. Perusahaan menggunakan bahan bakar Solar Pertamina Dex dengan harga Rp 9.950,-.

Total jarak perpindahan dalam satu tahun pada alternatif *layout* III yaitu 259.132,944 m, akan tetapi terdapat beberapa material dalam proses perpindahannya dilakukan secara manual atau tanpa menggunakan bantuan alat *material handling* sehingga total jarak perpindahan dengan menggunakan *forklift* dalam satu tahun menjadi 150.308,544 m. Adapun material yang perpindahannya dilakukan secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Daftar Material yang Perpindahannya yang Dilakukan secara Manual

Nomor Material.	Material
57	<i>Silencer</i> 15/4
58	<i>Silencer</i> 12/4
59	<i>Silencer</i> 16/8
60	Filter udara
61	<i>Toolkit</i>
62	<i>Loose part</i>
63	Accu 50 AH
64	Accu 100 AH
65	<i>Flexible</i>

Dalam menentukan seberapa banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan dalam satu tahun maka harus dihitung jarak yang harus ditempuh oleh setiap *forklift* per tahunnya. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.25 dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah mengetahui jarak yang harus ditempuh maka selanjutnya adalah menghitung banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} &= \frac{120.608,28 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}} \\ &= 24,13 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dalam satu tahun *forklift* yang berkapasitas 1,5 ton membutuhkan sebanyak 24,13 liter solar industri untuk mengangkut keluar masuknya material di gudang bahan baku. Dari perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun di atas diperoleh hasil bahwa dalam satu tahun *forklift* 1,5 ton membutuhkan biaya bahan bakar sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar per tahun} &= 24,13 \text{ liter} \times \text{Rp}9.950,- \\ &= \text{Rp}240.093,- \\ &\approx \text{Rp}240.100,- \end{aligned}$$

Tabel 4.25 Total Biaya Bahan Bakar Alternatif *Layout* III Per Tahun

Kapasitas Forklift (ton)	Jarak yang Harus Ditempuh/Tahun (meter)	Kebutuhan Bahan Bakar Solar/Tahun (liter)	Biaya Bahan Bakar/Tahun (Rp)
1,5	120.608,28	24,13	240.100
3,5	23.894,57	7,96	79.400
7	5.805,696	2,91	29.000
Total		35,01	348.500

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar di atas, pada alternatif *layout* III membutuhkan bahan bakar solar sebanyak 35,01 liter dengan biaya sebesar Rp348.500,-.

2). Biaya Depresiasi

Depresiasi adalah penurunan nilai suatu aset karena waktu dan pemakaian. (Pujawan, 2009:188). *Forklift* merupakan aset perusahaan yang dapat menjadi usang dan nilainya menurun karena waktu dan pemakaiannya sehingga mengalami depresiasi. Perhitungan depresiasi dari *forklift* menggunakan depresiasi Garis Lurus (*Straight Line*) Diperusahaan terdapat tiga *forklift*, maka depresiasi merupakan total depresiasi dari ketiga *forklift*. Adapun perhitungannya yaitu sebagai berikut:

$$D_{t(1,5 \text{ ton})} = \frac{P-S}{N} = \frac{40.000.000-25.000.000}{6} = \text{Rp}2.500.000$$

$$D_{t(3,5 \text{ ton})} = \frac{P-S}{N} = \frac{120.000.000-60.000.000}{6} = \text{Rp}10.000.000$$

$$D_{t(7 \text{ ton})} = \frac{P-S}{N} = \frac{175.000.000-75.000.000}{5} = \text{Rp}20.000.000$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya depresiasi} &= \text{Rp}2.500.000 + \text{Rp}10.000.000 + \text{Rp}20.000.000 \\ &= \text{Rp}32.500.000 \end{aligned}$$

Biaya depresiasi merupakan total dari ketiga biaya depresiasi masing-masing *forklift*, begitu pula dengan biaya *maintenance*. Biaya depresiasi untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama sehingga tidak dilakukan perhitungan biaya depresiasi untuk alternatif *layout* yang lain. Setelah menghitung biaya depresiasi, biaya *maintenance*, dan biaya bahan bakar dalam satu tahun maka dapat dihitung kebutuhan untuk biaya mesin, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Mesin} &= \text{Depresiasi} + \text{Biaya Maintenance} + \text{Biaya Bahan Bakar} \\ &= \text{Rp}32.500.000 + \text{Rp}3.576.000 + \text{Rp} 348.500 \\ &= \text{Rp}36.424.500,- \end{aligned}$$

b. Biaya Operator

Perhitungan biaya operator ditentukan dari jumlah karyawan yang mengoperasikan peralatan *material handling*. Operator di gudang bahan baku PT. Central Diesel yang mengoperasikan *forklift* sebanyak satu orang dan hanya terdiri satu *shift* saja. Biaya operator di sini sama dengan upah karyawan tersebut. Upah karyawan yaitu Rp2.000.000,-/bulan sehingga dalam satu tahun biaya operator sebesar Rp24.000.000,-. Biaya operator untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama.

Berdasarkan hasil perhitungan biaya mesin dan biaya operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada alternatif *layout* III, yaitu sebagai berikut:

$$\text{OMH (z)} = \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator}$$

$$\begin{aligned} \text{OMH (z)} &= \text{Rp}36.424.500,- + \text{Rp}24.000.000,- \\ &= \text{Rp}60.424.500,- \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang bahan baku jika menggunakan alternatif *layout* III pada periode Januari 2014 – Desember 2014 adalah sebesar Rp60.424.500,-.

4.3.5.2 Alternatif Layout IV

Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif *layout* IV:

1. Utilitas Ruang dan Utilitas Blok

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang, sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio total pemakaian blok dan luas total blok. Luas gudang bahan baku yang baru yaitu 800 m² sedangkan luas blok yang tersedia yaitu 307,1 m². Luas pemakaian blok menggunakan total dari luas seluruh material yang disimpan di dalam blok dimana perhitungannya bisa dilihat pada Lampiran 5.

Diketahui:

Luas ruang gudang : 800 m²

Luas total blok : 307,1 m²

Luas total pemakaian blok : 281,4 m²

Perhitungan utilitas ruang :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang gudang}} \times 100\% \\ &= \frac{307,1 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 38,39\% \end{aligned}$$

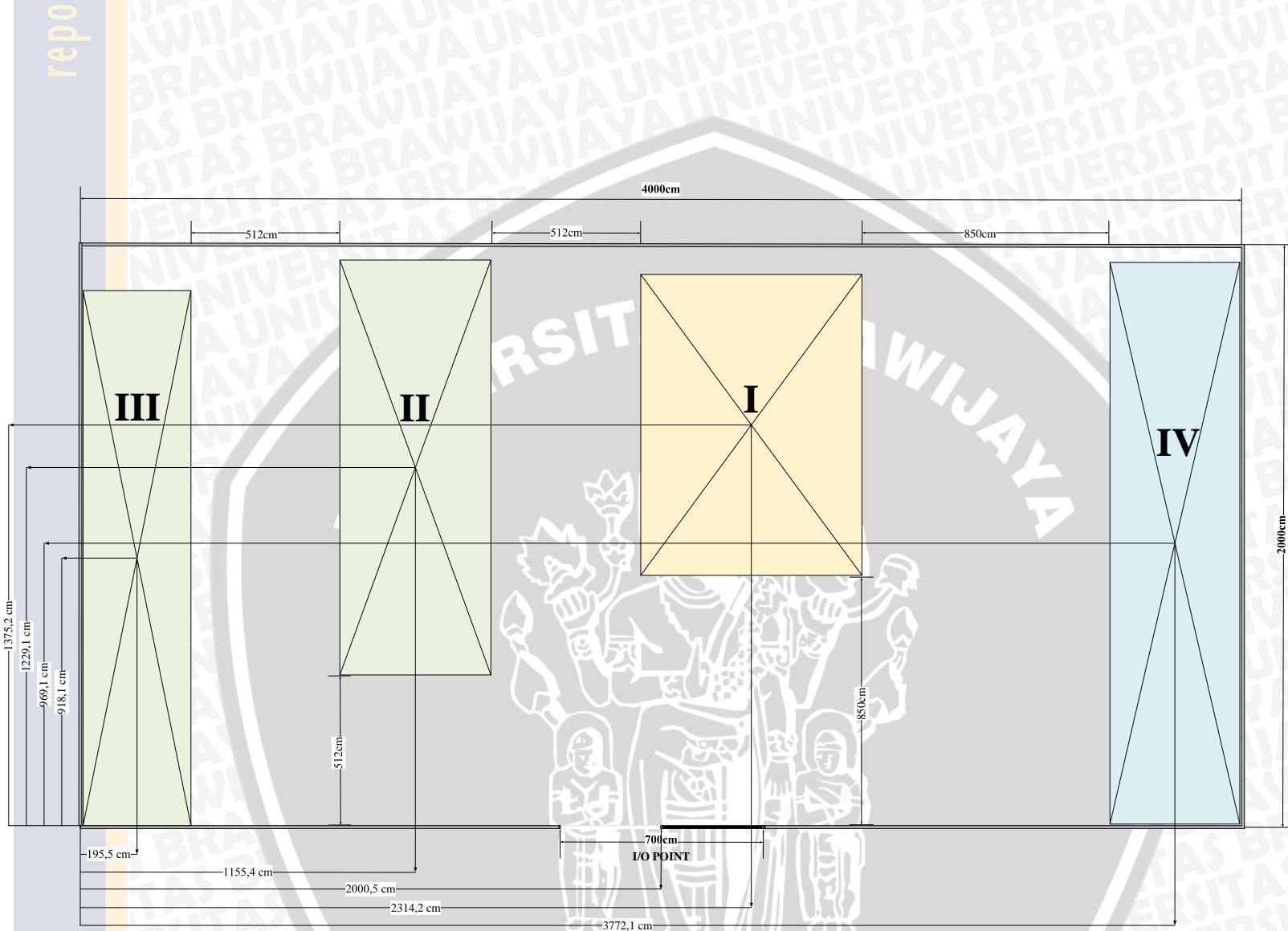
Perhitungan utilitas blok :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian blok}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ &= \frac{276,1 \text{ m}^2}{307,1 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 89,91\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* IV sebesar 38,39 %, sedangkan utilitas blok sebesar 89,91 %.

2. Jarak Perpindahan

Jarak perpindahan bahan baku diketahui dari perhitungan frekuensi dan jarak lokasi penyimpanan. Pengukuran jarak lokasi penyimpanan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*, yaitu dengan menghitung jarak antara titik secara tegak lurus. Perhitungan jarak lokasi penyimpanan setiap material dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk (*I/O point*) dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pengukuran jarak perpindahan diasumsikan bahwa jarak penyimpanan maupun pengambilan material bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik tersebut akan sama.



Gambar 4.12 Penentuan Titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout IV*

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

Gambar 4.12 merupakan penentuan titik pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* IV. Titik pojok kiri bawah sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut. Blok penyimpanan berbentuk segi empat sehingga titik berat merupakan setengah dari panjang sisi sumbu untuk masing-masing sumbu (perpotongan diagonal). Titik (x) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu x dari blok dan titik (y) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu y dari blok. Tabel 4.26 merupakan koordinat pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* IV. Apabila terdapat material yang disimpan di dalam dua blok penyimpanan maka koordinat titik pusatnya yaitu titik berat dari dua blok penyimpanan tersebut.

Tabel 4.26 Koordinat titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout* IV

Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
<i>I/O point</i>	(2000,2 ; 0)
Blok I	(2314,2; 1375,2)
Blok II	(1155,4 ; 1229,1)
Blok III	(195,5 ; 918,1)
Blok IV	(3772,1 ; 969,1)

Setelah ditemukan koordinat titik pusat setiap blok penyimpanan maka selanjutnya dihitung jarak setiap material ke *I/O point*. Tabel 4.27 merupakan perhitungan jarak *rectilinear* dari *I/O point* ke masing-masing titik pusat blok penyimpanan alternatif *layout* IV. Setelah mengetahui jarak *rectilinear* setiap material dari *I/O point* ke titik pusat bloknnya selanjutnya dilakukan perhitungan jarak perpindahan material berdasarkan frekuensinya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa total jarak perpindahan keseluruhan material per bulannya adalah sebesar 11.808,149 m. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 23.616,298 m. Sehingga pada alternatif *layout* IV dalam satu tahunnya jarak perpindahan material di gudang bahan baku yang ditempuh yaitu sebesar 23.616,298 m x 12 bulan = 283.395,576 m/tahun.

3. Ongkos *Material Handling* (OMH)

Dalam melakukan perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) terdapat tiga asumsi yang digunakan sebagaimana seperti yang telah dijelaskan pada alternatif *layout* III.

a. Biaya Mesin

Biaya mesin bergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan.

Tabel 4.27 Jarak *Rectilinear* Dari *I/O Point* ke Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout IV*

No.	Material	Blok	Perhitungan Jarak	Jarak (m)
1	Zeropack 9 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
2	Zeropack 13 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
3	Zeropack 20 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
4	Zeropack 25 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
5	Zeropack 30 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
6	Zeropack 40 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
7	Zeropack 45 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
8	Zeropack 50 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
9	Zeropack 60 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
10	Zeropack 65 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
11	Zeropack 80 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
12	Zeropack 100 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
13	Zeropack 135 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
14	Zeropack 150 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
15	Zeropack 200 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
16	Zeropack 250 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
17	Zeropack 350 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
18	Zeropack 400 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
19	Zeropack 500 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
20	Zeropack 650 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
21	Zeropack 1000 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
22	Zeropack 1250 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
23	Generator 9 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
24	Generator 13,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
25	Generator 16 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
26	Generator 20 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
27	Generator 22,5 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
28	Generator 27,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
29	Generator 30 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
30	Generator 31,3 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
31	Generator 42,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
32	Generator 50 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
33	Generator 60 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
34	Generator 62,5 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
35	Generator 72,5 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
36	Generator 80 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
37	Generator 85 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
38	Generator 100 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
39	Generator 135 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
40	Generator 140 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
41	Generator 150 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
42	Generator 160 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
43	Generator 250 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
44	Generator 350 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
45	Generator 400 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
46	Generator 500 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
47	Engine 25 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
48	Engine 30 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
49	Engine 110 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
50	Engine 140 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
51	Engine 250 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
52	Engine 500 kVA	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
53	Engine 650 kVA	III	$d_{ij} = 2000,5 - 195,5 + 0 - 918,1 = 1805 + 918,1$	27,231
54	Radiator 25 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
55	Radiator 30 kVA	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
56	Radiator 200 kVA	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
57	Silencer 15/4	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
58	Silencer 12/4	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
59	Silencer 16/8	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407
60	Filter udara	II	$d_{ij} = 2000,5 - 1155,4 + 0 - 1229,1 = 845,1 + 1229,1$	20,742
61	Toolkit	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
62	Loose part	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
63	Accu 50 AH	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
64	Accu 100 AH	I	$d_{ij} = 2000,5 - 2314,2 + 0 - 1375,2 = 313,7 + 1375,2$	16,889
65	Flexible	IV	$d_{ij} = 2000,5 - 3772,1 + 0 - 969,1 = 1771,6 + 969,1$	27,407

Tabel 4.28 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout IV*

No.	Material	Jarak <i>Rectilinear</i> (m)	Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (unit)	Jarak Perpindahan (m)
1	Zeropack 9 kVA	27,231	2	54,462
2	Zeropack 13 kVA	27,231	2	54,462
3	Zeropack 20 kVA	16,889	21	354,669
4	Zeropack 25 kVA	20,742	5	103,71
5	Zeropack 30 kVA	20,742	6	124,452
6	Zeropack 40 kVA	20,742	4	82,968
7	Zeropack 45 kVA	20,742	4	82,968
8	Zeropack 50 kVA	27,231	2	54,462
9	Zeropack 60 kVA	27,231	3	81,693
10	Zeropack 65 kVA	27,231	3	81,693
11	Zeropack 80 kVA	27,231	2	54,462
12	Zeropack 100 kVA	20,742	4	82,968
13	Zeropack 135 kVA	20,742	4	82,968
14	Zeropack 150 kVA	27,231	2	54,462
15	Zeropack 200 kVA	27,231	3	81,693
16	Zeropack 250 kVA	16,889	16	270,224
17	Zeropack 350 kVA	27,231	2	54,462
18	Zeropack 400 kVA	27,407	2	54,814
19	Zeropack 500 kVA	27,407	2	54,814
20	Zeropack 650 kVA	27,407	2	54,814
21	Zeropack 1000 kVA	27,407	2	54,814
22	Zeropack 1250 kVA	27,407	2	54,814
23	Generator 9 kVA	27,407	2	54,814
24	Generator 13,5 kVA	20,742	3	62,226
25	Generator 16 kVA	20,742	2	41,484
26	Generator 20 kVA	16,889	23	388,447
27	Generator 22,5 kVA	16,889	19	320,891
28	Generator 27,5 kVA	20,742	8	165,936
29	Generator 30 kVA	27,231	2	54,462
30	Generator 31,3 kVA	27,407	2	54,814
31	Generator 42,5 kVA	20,742	2	41,484
32	Generator 50 kVA	27,407	2	54,814
33	Generator 60 kVA	20,742	3	62,226
34	Generator 62,5 kVA	20,742	3	62,226
35	Generator 72,5 kVA	27,407	2	54,814
36	Generator 80 kVA	27,407	2	54,814
37	Generator 85 kVA	20,742	11	228,162
38	Generator 100 kVA	27,407	2	54,814
39	Generator 135 kVA	27,231	2	54,462
40	Generator 140 kVA	20,742	4	82,968
41	Generator 150 kVA	27,407	2	54,814
42	Generator 160 kVA	27,407	2	54,814
43	Generator 250 kVA	27,407	2	54,814
44	Generator 350 kVA	27,231	2	54,462
45	Generator 400 kVA	27,231	2	54,462
46	Generator 500 kVA	27,407	2	54,814
47	Engine 25 kVA	16,889	25	422,225
48	Engine 30 kVA	16,889	19	320,891
49	Engine 110 kVA	16,889	12	202,668
50	Engine 140 kVA	20,742	6	124,452
51	Engine 250 kVA	27,407	2	54,814
52	Engine 500 kVA	20,742	6	124,452
53	Engine 650 kVA	27,231	2	54,462
54	Radiator 25 kVA	16,889	25	422,225
55	Radiator 30 kVA	16,889	19	320,891
56	Radiator 200 kVA	27,407	2	54,814
57	Silencer 15/4	27,407	2	54,814
58	Silencer 12/4	27,407	2	54,814
59	Silencer 16/8	27,407	2	54,814
60	Filter udara	20,742	4	82,968
61	Toolkit	16,889	173	2921,797
62	Loose part	16,889	80	1351,12
63	Accu 50 AH	16,889	27	456,003
64	Accu 100 AH	16,889	25	422,225
65	Flexible	27,407	2	54,814
		Total		11808,149

Adapun *material handling* yang digunakan yaitu tiga buah *forklift* dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.23. Untuk menghitung biaya mesin terdiri dari biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya depresiasi.

1). Biaya Bahan Bakar (*Variable Cost*)

Perusahaan menggunakan tiga unit *forklift* sebagai peralatan *material handling*nya dan ketiga *forklift* tersebut menggunakan bahan bakar solar. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak gudang perusahaan, setiap *forklift* memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda. Untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton bisa mencapai jarak 5 km/liter, *forklift* dengan kapasitas 3,5 ton bisa mencapai jarak 3 km/liter, dan untuk *forklift* dengan kapasitas 7 ton bisa mencapai jarak 2 km/liter. Perusahaan menggunakan bahan bakar Solar Pertamina Dex dengan harga adalah Rp9.950,-/liter.

Total jarak perpindahan dalam satu tahun pada alternatif *layout* IV yaitu 283.395,576 m, akan tetapi terdapat beberapa material dalam proses perpindahannya dilakukan secara manual atau tanpa menggunakan bantuan alat *material handling* sehingga total jarak perpindahan dengan menggunakan *forklift* dalam satu tahun menjadi 152.514,72 m. Adapun material yang perpindahannya dilakukan secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Dalam menentukan seberapa banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan dalam satu tahun maka harus dihitung jarak yang harus ditempuh oleh setiap *forklift* per tahunnya. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah mengetahui jarak yang harus ditempuh maka selanjutnya adalah menghitung banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} &= \frac{152.514,72 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}} \\ &= 24,86 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dalam satu tahun *forklift* yang berkapasitas 1,5 ton membutuhkan sebanyak 24,86 liter solar industri untuk mengangkut keluar masuknya material di gudang bahan baku. Dari perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun di atas diperoleh hasil bahwa dalam satu tahun *forklift* 1,5 ton membutuhkan biaya bahan bakar sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar per tahun} &= 24,86 \text{ liter} \times \text{Rp}9.950,- \\ &= \text{Rp}247.357,- \\ &\approx \text{Rp}247.400,- \end{aligned}$$

Tabel 4.29 Total Biaya Bahan Bakar Alternatif *Layout IV* Per Tahun

Kapasitas Forklift (ton)	Jarak yang Harus Ditempuh/Tahun (meter)	Kebutuhan Bahan Bakar Solar/Tahun (liter)	Biaya Bahan Bakar/Tahun (Rp)
1,5	124.289,304	24,86	247.400
3,5	22.963,272	7,66	76.300
7	5.262,144	2,64	26.300
Total		35,16	350.000

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar di atas, pada alternatif *layout IV* membutuhkan bahan bakar solar sebanyak 35,16 liter dengan biaya sebesar Rp350.000,-.

3). Biaya Depresiasi

Biaya depresiasi untuk semua alternatif *layout* sama yaitu Rp32.500.000,- dan perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan biaya depresiasi alternatif *layout III*. Setelah menghitung biaya depresiasi, biaya *maintenance*, dan biaya bahan bakar dalam satu tahun maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya mesin. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Mesin} &= \text{Depresiasi} + \text{Biaya Maintenance} + \text{Biaya Bahan Bakar} \\ &= \text{Rp}32.500.000,- + \text{Rp}3.576.000,- + \text{Rp}350.000,- \\ &= \text{Rp}36.426.000,- \end{aligned}$$

b. Biaya Operator

Biaya operator untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar Rp24.000.000,- dan penjelasannya dapat dilihat pada perhitungan biaya operator alternatif *layout III*.

Berdasarkan hasil perhitungan Biaya Mesin dan Biaya Operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada alternatif *layout IV*, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{OMH (z)} &= \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator} \\ \text{OMH (z)} &= \text{Rp}36.426.000,- + \text{Rp}24.000.000,- \\ &= \text{Rp}60.426.000,- \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang bahan baku jika menggunakan alternatif *layout IV* pada periode Januari 2014 – Desember 2014 adalah sebesar Rp60.426.000,-.

4.3.5.3 Alternatif *Layout* V

Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif *layout* V:

1. Utilitas Ruang dan Utilitas Blok

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang, sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio total pemakaian blok dan luas total blok. Luas gudang bahan baku yang baru yaitu 800 m² sedangkan luas blok yang tersedia yaitu 341,2 m². Luas pemakaian blok menggunakan total dari luas seluruh material yang disimpan di dalam blok dimana perhitungannya bisa dilihat pada Tabel 4.8.

Diketahui:

Luas ruang gudang : 800 m²

Luas total blok : 341,2 m²

Luas total pemakaian blok : 281,4 m²

Perhitungan utilitas ruang :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang gudang}} \times 100\% \\ &= \frac{308,1 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 42,65 \% \end{aligned}$$

Perhitungan utilitas blok :

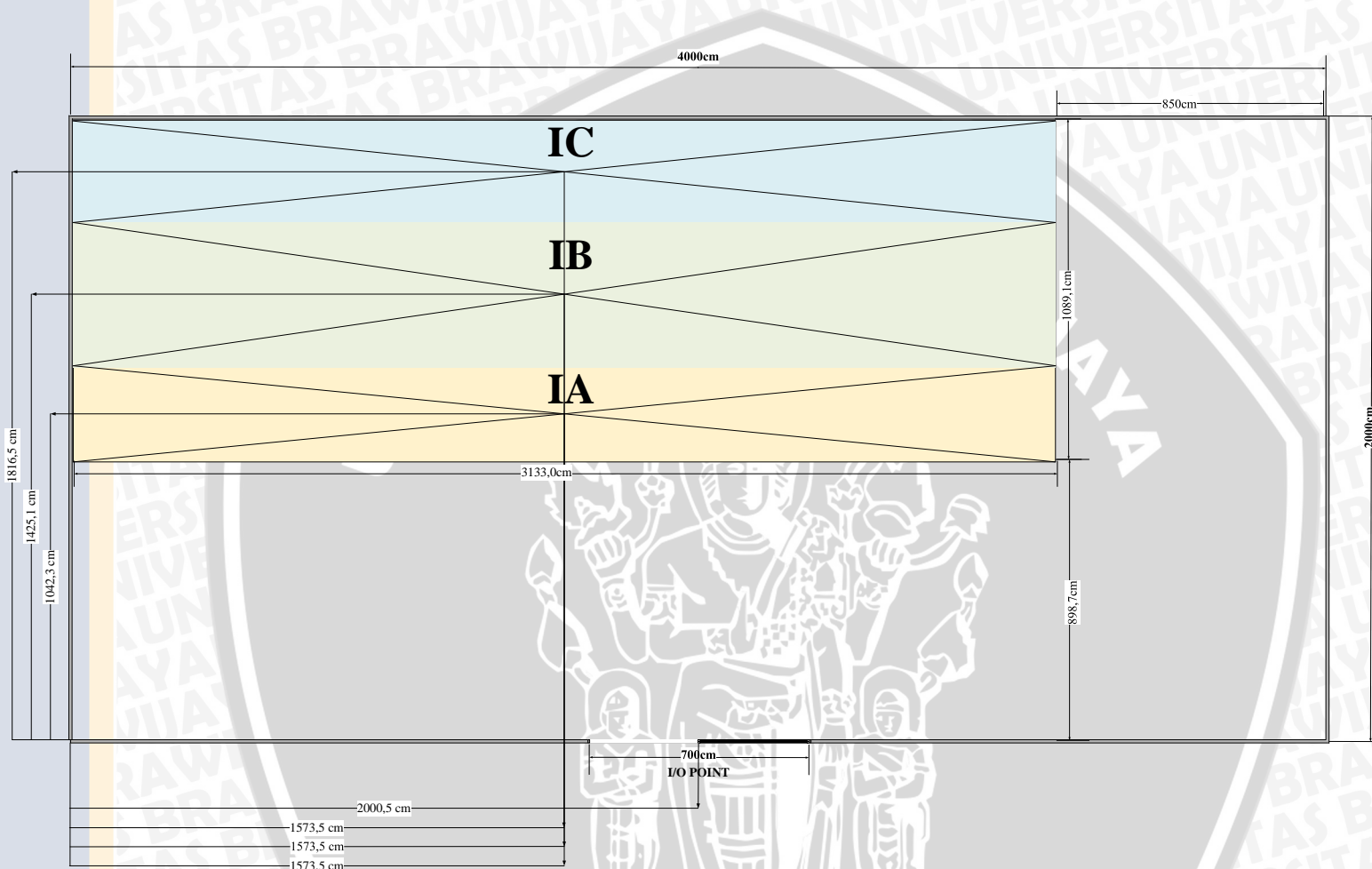
$$\begin{aligned} \text{Utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian blok}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ &= \frac{276,1 \text{ m}^2}{341,2 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 80,93 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* V sebesar 42,65 %, sedangkan utilitas blok sebesar 80,93 %.

2. Jarak Perpindahan

Jarak perpindahan bahan baku diketahui dari perhitungan frekuensi dan jarak lokasi penyimpanan. Pengukuran jarak lokasi penyimpanan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*, yaitu dengan menghitung jarak antara titik secara tegak lurus. Perhitungan jarak lokasi penyimpanan setiap material dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk (*I/O point*) dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pengukuran jarak perpindahan diasumsikan bahwa jarak penyimpanan maupun pengambilan material bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik tersebut akan sama.





Gambar 4.13 Penentuan Titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif Layout V

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.13 merupakan penentuan titik pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout V*. Titik pojok kiri bawah sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut. Blok penyimpanan berbentuk segi empat sehingga titik berat merupakan setengah dari panjang sisi sumbu untuk masing-masing sumbu (perpotongan diagonal). Titik (x) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu x dari blok dan titik (y) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu y dari blok.

Tabel 4.30 merupakan koordinat pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout V*. Apabila terdapat material yang disimpan di dalam dua blok penyimpanan maka koordinat titik pusatnya yaitu titik berat dari dua blok penyimpanan tersebut.

Tabel 4.30 Koordinat titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout V*

Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
<i>I/O point</i>	(2000,2 ; 0)
Blok IA	(2431,6 ; 1013,5)
Blok IB	(2431,6 ; 1396,3)
Blok IC	(2431,6 ; 1787,7)

Setelah ditemukan koordinat titik pusat setiap blok penyimpanan maka selanjutnya dihitung jarak setiap material ke *I/O point*. Tabel 4.31 merupakan perhitungan jarak *rectilinear* dari *I/O point* ke masing-masing titik pusat blok penyimpanan alternatif *layout V*. Setelah mengetahui jarak *rectilinear* setiap material dari *I/O point* ke titik pusat bloknnya selanjutnya dilakukan perhitungan jarak perpindahan material berdasarkan frekuensinya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa total jarak perpindahan keseluruhan material per bulannya adalah sebesar 10.090,992 m, dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 20.181,984 m. Sehingga pada alternatif *layout V* dalam satu tahunnya jarak perpindahan material di gudang bahan baku yang ditempuh yaitu sebesar 20.181,984 m x 12 bulan = 242.183,808 m/tahun.

3. Ongkos *Material Handling* (OMH)

Dalam melakukan perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) terdapat tiga asumsi yang digunakan sebagaimana seperti yang telah dijelaskan pada alternatif *layout V*.

a. Biaya Mesin

Biaya mesin bergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan.

Tabel 4.31 Jarak *Rectilinear* Dari I/O Point ke Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout V*

No.	Material	Blok	Perhitungan Jarak	Jarak (m)
1	Zeropack 9 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
2	Zeropack 13 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
3	Zeropack 20 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
4	Zeropack 25 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
5	Zeropack 30 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
6	Zeropack 40 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
7	Zeropack 45 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
8	Zeropack 50 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
9	Zeropack 60 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
10	Zeropack 65 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
11	Zeropack 80 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
12	Zeropack 100 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
13	Zeropack 135 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
14	Zeropack 150 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
15	Zeropack 200 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
16	Zeropack 250 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
17	Zeropack 350 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
18	Zeropack 400 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
19	Zeropack 500 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
20	Zeropack 650 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
21	Zeropack 1000 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
22	Zeropack 1250 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
23	Generator 9 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
24	Generator 13,5 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
25	Generator 16 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
26	Generator 20 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
27	Generator 22,5 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
28	Generator 27,5 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
29	Generator 30 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
30	Generator 31,3 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
31	Generator 42,5 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
32	Generator 50 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
33	Generator 60 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
34	Generator 62,5 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
35	Generator 72,5 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
36	Generator 80 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
37	Generator 85 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
38	Generator 100 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
39	Generator 135 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
40	Generator 140 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
41	Generator 150 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
42	Generator 160 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
43	Generator 250 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
44	Generator 350 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
45	Generator 400 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
46	Generator 500 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
47	Engine 25 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
48	Engine 30 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
49	Engine 110 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
50	Engine 140 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
51	Engine 250 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
52	Engine 500 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
53	Engine 650 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
54	Radiator 25 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
55	Radiator 30 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
56	Radiator 200 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
57	Silencer 15/4	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
58	Silencer 12/4	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
59	Silencer 16/8	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435
60	Filter udara	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1425,1 = 427 + 1425,1$	18,521
61	Toolkit	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
62	Loose part	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
63	Accu 50 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
64	Accu 100 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1042,3 = 427 + 1042,3$	14,693
65	Flexible	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1573,5 + 0 - 1816,5 = 427 + 1816,5$	22,435

Tabel 4.32 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout V*

No.	Material	Jarak <i>Rectilinear</i> (m)	Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (unit)	Jarak Perpindahan (m)
1	Zeropack 9 kVA	18,521	2	37,042
2	Zeropack 13 kVA	18,521	2	37,042
3	Zeropack 20 kVA	14,693	21	308,553
4	Zeropack 25 kVA	18,521	5	92,605
5	Zeropack 30 kVA	18,521	6	111,126
6	Zeropack 40 kVA	18,521	4	74,084
7	Zeropack 45 kVA	18,521	4	74,084
8	Zeropack 50 kVA	18,521	2	37,042
9	Zeropack 60 kVA	18,521	3	55,563
10	Zeropack 65 kVA	18,521	3	55,563
11	Zeropack 80 kVA	18,521	2	37,042
12	Zeropack 100 kVA	18,521	4	74,084
13	Zeropack 135 kVA	18,521	4	74,084
14	Zeropack 150 kVA	18,521	2	37,042
15	Zeropack 200 kVA	18,521	3	55,563
16	Zeropack 250 kVA	14,693	16	235,088
17	Zeropack 350 kVA	18,521	2	37,042
18	Zeropack 400 kVA	22,435	2	44,87
19	Zeropack 500 kVA	22,435	2	44,87
20	Zeropack 650 kVA	22,435	2	44,87
21	Zeropack 1000 kVA	22,435	2	44,87
22	Zeropack 1250 kVA	22,435	2	44,87
23	Generator 9 kVA	22,435	2	44,87
24	Generator 13,5 kVA	18,521	3	55,563
25	Generator 16 kVA	18,521	2	37,042
26	Generator 20 kVA	14,693	23	337,939
27	Generator 22,5 kVA	14,693	19	279,167
28	Generator 27,5 kVA	18,521	8	148,168
29	Generator 30 kVA	18,521	2	37,042
30	Generator 31,3 kVA	22,435	2	44,87
31	Generator 42,5 kVA	18,521	2	37,042
32	Generator 50 kVA	22,435	2	44,87
33	Generator 60 kVA	18,521	3	55,563
34	Generator 62,5 kVA	18,521	3	55,563
35	Generator 72,5 kVA	22,435	2	44,87
36	Generator 80 kVA	22,435	2	44,87
37	Generator 85 kVA	18,521	11	203,731
38	Generator 100 kVA	22,435	2	44,87
39	Generator 135 kVA	18,521	2	37,042
40	Generator 140 kVA	18,521	4	74,084
41	Generator 150 kVA	22,435	2	44,87
42	Generator 160 kVA	22,435	2	44,87
43	Generator 250 kVA	22,435	2	44,87
44	Generator 350 kVA	18,521	2	37,042
45	Generator 400 kVA	18,521	2	37,042
46	Generator 500 kVA	22,435	2	44,87
47	Engine 25 kVA	14,693	25	367,325
48	Engine 30 kVA	14,693	19	279,167
49	Engine 110 kVA	14,693	12	176,316
50	Engine 140 kVA	18,521	6	111,126
51	Engine 250 kVA	22,435	2	44,87
52	Engine 500 kVA	18,521	6	111,126
53	Engine 650 kVA	18,521	2	37,042
54	Radiator 25 kVA	14,693	25	367,325
55	Radiator 30 kVA	14,693	19	279,167
56	Radiator 200 kVA	22,435	2	44,87
57	Silencer 15/4	22,435	2	44,87
58	Silencer 12/4	22,435	2	44,87
59	Silencer 16/8	22,435	2	44,87
60	Filter udara	18,521	4	74,084
61	Toolkit	14,693	173	2541,889
62	Loose part	14,693	80	1175,44
63	Accu 50 AH	14,693	27	396,711
64	Accu 100 AH	14,693	25	367,325
65	Flexible	22,435	2	44,87
		Total		10.090,992

Adapun *material handling* yang digunakan yaitu tiga buah *forklift* dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.23. Untuk menghitung biaya mesin terdiri dari biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya depresiasi.

1). Biaya Bahan Bakar (*Variable Cost*)

Perusahaan menggunakan tiga unit *forklift* sebagai peralatan *material handling*nya dan ketiga *forklift* tersebut menggunakan bahan bakar solar. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak gudang perusahaan, setiap *forklift* memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda. Untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton bisa mencapai jarak 5 km/liter, *forklift* dengan kapasitas 3,5 ton bisa mencapai jarak 3 km/liter, dan untuk *forklift* dengan kapasitas 7 ton bisa mencapai jarak 2 km/liter. Perusahaan menggunakan bahan bakar Solar Pertamina Dex dengan harga per Desember 2015 adalah Rp9.950,-

Total jarak perpindahan dalam satu tahun pada alternatif *layout V* yaitu 242.183,808 m, akan tetapi terdapat beberapa material dalam proses perpindahannya dilakukan secara manual atau tanpa menggunakan bantuan alat *material handling* sehingga total jarak perpindahan dengan menggunakan *forklift* dalam satu tahun menjadi 128.545,512 m. Adapun material yang perpindahannya dilakukan secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Dalam menentukan seberapa banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan dalam satu tahun maka harus dihitung jarak yang harus ditempuh oleh setiap *forklift* per tahunnya. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.33 dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah mengetahui jarak yang harus ditempuh maka selanjutnya adalah menghitung banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} &= \frac{105.329,52 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}} \\ &= 21,07 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dalam satu tahun *forklift* yang berkapasitas 1,5 ton membutuhkan sebanyak 21,07 liter solar industri untuk mengangkut keluar masuknya material di gudang bahan baku. Dari perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun di atas diperoleh hasil bahwa dalam satu tahun *forklift* 1,5 ton membutuhkan biaya bahan bakar sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar per tahun} &= 21,07 \text{ liter} \times \text{Rp}9.950,- \\ &= \text{Rp}209.646,- \end{aligned}$$

≈ Rp209.700,-

Tabel 4.33 Total Biaya Bahan Bakar Alternatif *Layout V* Per Tahun

Kapasitas Forklift (ton)	Jarak yang Harus Ditempuh/Tahun (meter)	Kebutuhan Bahan Bakar Solar/Tahun (liter)	Biaya Bahan Bakar/Tahun (Rp)
1,5	105.329,52	21,07	209.700
3,5	18.908,47	6,31	62.800
7	4.307,52	2,16	21.500
Total		29,54	294.000

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.30, kebutuhan bahan bakar di atas, pada alternatif *layout V* membutuhkan bahan bakar solar sebanyak 29,54 liter dengan biaya sebesar Rp294.000,-.

2). Biaya Depresiasi

Biaya depresiasi untuk semua alternatif *layout* sama yaitu Rp32.500.000,- dan perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan biaya depresiasi alternatif *layout III*. Setelah menghitung biaya depresiasi, biaya *maintenance*, dan biaya bahan bakar dalam satu tahun maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya mesin. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Mesin} &= \text{Depresiasi} + \text{Biaya Maintenance} + \text{Biaya Bahan Bakar} \\ &= \text{Rp32.500.000,-} + \text{Rp3.576.000,-} + \text{Rp294.000,-} \\ &= \text{Rp36.370.000,-} \end{aligned}$$

b. Biaya Operator

Biaya operator untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar Rp24.000.000,- dan penjelasannya dapat dilihat pada perhitungan biaya operator alternatif *layout III*. Berdasarkan hasil perhitungan biaya mesin dan biaya operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada alternatif *layout V*, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{OMH (z)} &= \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator} \\ \text{OMH (z)} &= \text{Rp36.370.000,-} + \text{Rp24.000.000,-} \\ &= \text{Rp60.370.000,-} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang bahan baku jika menggunakan alternatif *layout V* pada periode Januari 2014 – Desember 2014 adalah sebesar Rp60.370.000,-.

4.3.5.4 Alternatif Layout VI

Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif *layout* VI:

1. Utilitas Ruang dan Utilitas Blok

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang, sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio total pemakaian blok dan luas total blok. Luas gudang bahan baku yang baru yaitu 800 m² sedangkan luas blok yang tersedia yaitu 352,1 m². Luas pemakaian blok menggunakan total dari luas seluruh material yang disimpan di dalam blok dimana perhitungannya bisa dilihat pada Tabel 4.8.

Diketahui:

Luas ruang gudang : 800 m²

Luas total blok : 352,1 m²

Luas total pemakaian blok : 281,4 m²

Perhitungan utilitas ruang :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang gudang}} \times 100\% \\ &= \frac{352,1 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 44,02 \% \end{aligned}$$

Perhitungan utilitas blok :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian blok}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ &= \frac{276,1 \text{ m}^2}{352,1 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 78,42 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* VI sebesar 44,02 %, sedangkan utilitas blok sebesar 78,42 %.

2. Jarak Perpindahan

Jarak perpindahan bahan baku diketahui dari perhitungan frekuensi dan jarak lokasi penyimpanan. Pengukuran jarak lokasi penyimpanan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*, yaitu dengan menghitung jarak antara titik secara tegak lurus. Perhitungan jarak lokasi penyimpanan setiap material dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk (*I/O point*) dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pengukuran jarak perpindahan diasumsikan bahwa jarak penyimpanan maupun pengambilan material bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik tersebut akan sama.

Gambar 4.14 merupakan penentuan titik pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* VI. Titik pojok kiri bawah sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut. Blok penyimpanan berbentuk segi empat sehingga titik berat merupakan setengah dari panjang sisi sumbu untuk masing-masing sumbu (perpotongan diagonal). Titik (x) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu x dari blok dan titik (y) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu y dari blok. Tabel 4.34 merupakan koordinat pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* VI.

Tabel 4.34 Koordinat titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout* VI

Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
I/O point	(2000,5 ; 0)
Blok IA	(2604,6; 1415,6)
Blok IB	(3133 ; 1415,6)
Blok IC	(3474,3 ; 1415,6)
Blok IIA	(1379,1 ; 1420,7)
Blok IIB	(850,8 ; 1420,7)
Blok IIC	(265,2 ; 1420,7)

Pada alternatif *layout* VI ini terdapat beberapa material yang memiliki lokasi penyimpanan lebih dari satu blok, maka koordinat titik pusatnya ditentukan berdasarkan gabungan titik berat dari dua blok penyimpanan tersebut. Berikut merupakan contoh perhitungan titik berat blok penyimpanan yang ditempati oleh material *Zeropack* 20 kVA yaitu blok IA dan blok IIA:

$$x_0 = \frac{A_1x_1 + A_2x_2}{A_1 + A_2} \quad (2-4)$$

$$y_0 = \frac{A_1y_1 + A_2y_2}{A_1 + A_2} \quad (2-5)$$

$$x_0 = \frac{(382711 \cdot 2604,6) + (443432 \cdot 1379,1)}{382711 + 443432} = \frac{996808263 + 611536961}{826142} = 1946,8$$

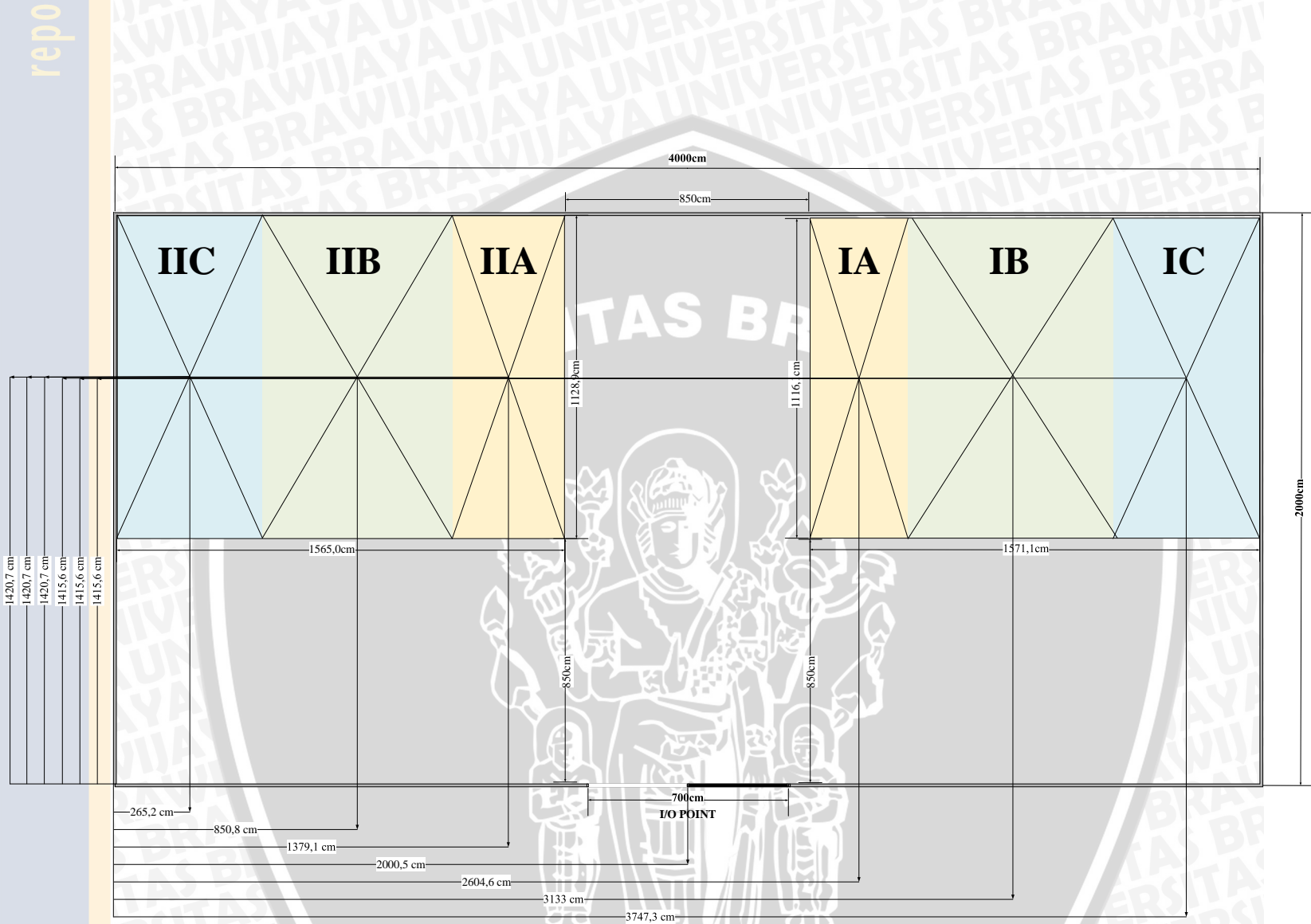
$$y_0 = \frac{(382711 \cdot 1415,6) + (443432 \cdot 1420,7)}{382711 + 443432} = \frac{540617121 + 629983729}{826142} = 1418,3$$

Koordinat titik berat gabungan pada alternatif *layout* VI tersaji pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Koordinat Titik Berat Gabungan Alternatif *Layout* VI

Blok Penyimpanan	Material	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
IA dan IIA	<i>Zeropack</i> 20 kVA	(1946,8 ; 1418,3)
	<i>Zeropack</i> 250 kVA	
	Generator 20 kVA	
	Engine 25 kVA	
	Engine 30 kVA	
	Radiator 25 kVA	
	Radiator 30 kVA	
IB dan IIB	<i>Zeropack</i> 9 kVA	(2029,3 ; 1418,1)
	<i>Zeropack</i> 13 kVA	
	<i>Zeropack</i> 30 kVA	
	<i>Zeropack</i> 50 kVA	
	<i>Zeropack</i> 100 kVA	
	<i>Zeropack</i> 135 kVA	
	<i>Zeropack</i> 150 kVA	
	<i>Zeropack</i> 200 kVA	
	Generator 27,5 kVA	
	Generator 85 kVA	
Generator 140 kVA		
IC dan IIC	Engine 500 kVA	(2001,3 ; 1418,2)
	<i>Zeropack</i> 500 kVA	





Gambar 4.14 Penentuan Titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout VI*

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.36 Jarak *Rectilinear* Dari *I/O Point* ke Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout VI*

No.	Material	Blok	Perhitungan Jarak	Jarak (m)
1	Zeropack 9 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
2	Zeropack 13 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
3	Zeropack 20 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
4	Zeropack 25 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
5	Zeropack 30 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
6	Zeropack 40 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
7	Zeropack 45 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
8	Zeropack 50 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
9	Zeropack 60 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
10	Zeropack 65 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
11	Zeropack 80 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
12	Zeropack 100 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
13	Zeropack 135 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
14	Zeropack 150 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
15	Zeropack 200 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
16	Zeropack 250 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
17	Zeropack 350 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
18	Zeropack 400 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
19	Zeropack 500 kVA	IC IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 2001,3 + 0 - 1418,2 = 0,8 + 1418,2$	14,19
20	Zeropack 650 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 3747,3 + 0 - 1415,6 = 1746,8 + 1415,6$	31,624
21	Zeropack 1000 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 3747,3 + 0 - 1415,6 = 1746,8 + 1415,6$	31,624
22	Zeropack 1250 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 3747,3 + 0 - 1415,6 = 1746,8 + 1415,6$	31,624
23	Generator 9 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
24	Generator 13,5 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
25	Generator 16 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
26	Generator 20 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
27	Generator 22,5 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2604,6 + 0 - 1415,6 = 604,2 + 1415,6$	20,197
28	Generator 27,5 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
29	Generator 30 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
30	Generator 31,3 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
31	Generator 42,5 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 850,8 + 0 - 1420,7 = 1150 + 1420,7$	25,704
32	Generator 50 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 3747,3 + 0 - 1415,6 = 1746,8 + 1415,6$	31,624
33	Generator 60 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
34	Generator 62,5 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 850,8 + 0 - 1420,7 = 1150 + 1420,7$	25,704
35	Generator 72,5 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
36	Generator 80 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
37	Generator 85 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
38	Generator 100 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
39	Generator 135 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
40	Generator 140 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
41	Generator 150 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
42	Generator 160 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
43	Generator 250 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
44	Generator 350 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
45	Generator 400 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 850,8 + 0 - 1420,7 = 1150 + 1420,7$	25,704
46	Generator 500 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
47	Engine 25 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
48	Engine 30 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
49	Engine 110 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
50	Engine 140 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
51	Engine 250 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
52	Engine 500 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	14,469
53	Engine 650 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 850,8 + 0 - 1420,7 = 1150 + 1420,7$	25,704
54	Radiator 25 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
55	Radiator 30 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1946,8 + 0 - 1418,3 = 53,7 + 1418,3$	14,72
56	Radiator 200 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 3747,3 + 0 - 1415,6 = 1746,8 + 1415,6$	31,624
57	Silencer 15/4	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
58	Silencer 12/4	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
59	Silencer 16/8	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56
60	Filter udara	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 3133 + 0 - 1415,6 = 1132,5 + 1415,6$	25,481
61	Toolkit	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2604,6 + 0 - 1415,6 = 604,2 + 1415,6$	20,197
62	Loose part	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2604,6 + 0 - 1415,6 = 604,2 + 1415,6$	20,197
63	Accu 50 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2604,6 + 0 - 1415,6 = 604,2 + 1415,6$	20,197
64	Accu 100 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2604,6 + 0 - 1415,6 = 604,2 + 1415,6$	20,197
65	Flexible	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 265,2 + 0 - 1420,7 = 1735,3 + 1420,7$	31,56

Tabel 4.37 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout VI*

No.	Material	Jarak <i>Rectilinear</i> (m)	Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (nuit)	Jarak Perpindahan (m)
1	Zeropack 9 kVA	14,469	2	28,938
2	Zeropack 13 kVA	14,469	2	28,938
3	Zeropack 20 kVA	14,72	21	309,12
4	Zeropack 25 kVA	25,481	5	127,405
5	Zeropack 30 kVA	14,469	6	86,814
6	Zeropack 40 kVA	25,481	4	101,924
7	Zeropack 45 kVA	25,481	4	101,924
8	Zeropack 50 kVA	14,469	2	28,938
9	Zeropack 60 kVA	25,481	3	76,443
10	Zeropack 65 kVA	14,469	3	43,407
11	Zeropack 80 kVA	25,481	2	50,962
12	Zeropack 100 kVA	14,469	4	57,876
13	Zeropack 135 kVA	14,469	4	57,876
14	Zeropack 150 kVA	14,469	2	28,938
15	Zeropack 200 kVA	14,469	3	43,407
16	Zeropack 250 kVA	14,72	16	235,52
17	Zeropack 350 kVA	25,481	2	50,962
18	Zeropack 400 kVA	31,56	2	63,12
19	Zeropack 500 kVA	14,19	2	28,38
20	Zeropack 650 kVA	31,624	2	63,248
21	Zeropack 1000 kVA	31,624	2	63,248
22	Zeropack 1250 kVA	31,624	2	63,248
23	Generator 9 kVA	31,56	2	63,12
24	Generator 13,5 kVA	25,481	3	76,443
25	Generator 16 kVA	25,481	2	50,962
26	Generator 20 kVA	14,72	23	338,56
27	Generator 22,5 kVA	20,197	19	383,743
28	Generator 27,5 kVA	14,469	8	115,752
29	Generator 30 kVA	25,481	2	50,962
30	Generator 31,3 kVA	31,56	2	63,12
31	Generator 42,5 kVA	25,704	2	51,408
32	Generator 50 kVA	31,624	2	63,248
33	Generator 60 kVA	25,481	3	76,443
34	Generator 62,5 kVA	25,704	3	77,112
35	Generator 72,5 kVA	31,56	2	63,12
36	Generator 80 kVA	31,56	2	63,12
37	Generator 85 kVA	14,469	11	159,159
38	Generator 100 kVA	31,56	2	63,12
39	Generator 135 kVA	25,481	2	50,962
40	Generator 140 kVA	14,469	4	57,876
41	Generator 150 kVA	31,56	2	63,12
42	Generator 160 kVA	31,56	2	63,12
43	Generator 250 kVA	31,56	2	63,12
44	Generator 350 kVA	25,481	2	50,962
45	Generator 400 kVA	25,704	2	51,408
46	Generator 500 kVA	31,56	2	63,12
47	Engine 25 kVA	14,72	25	368
48	Engine 30 kVA	14,72	19	279,68
49	Engine 110 kVA	14,72	12	176,64
50	Engine 140 kVA	14,469	6	86,814
51	Engine 250 kVA	31,56	2	63,12
52	Engine 500 kVA	14,469	6	86,814
53	Engine 650 kVA	25,704	2	51,408
54	Radiator 25 kVA	14,72	25	368
55	Radiator 30 kVA	14,72	19	279,68
56	Radiator 200 kVA	31,624	2	63,248
57	Silencer 15/4	31,56	2	63,12
58	Silencer 12/4	31,56	2	63,12
59	Silencer 16/8	31,56	2	63,12
60	Filter udara	25,481	4	101,924
61	Toolkit	20,197	173	3494,081
62	Loose part	20,197	80	1615,76
63	Accu 50 AH	20,197	27	545,319
64	Accu 100 AH	20,197	25	504,925
65	Flexible	31,56	2	63,12
Total				12.301,609

Setelah ditemukan koordinat titik pusat setiap blok penyimpanan maka selanjutnya dihitung jarak setiap material ke *I/O point*. Tabel 4.36 merupakan perhitungan jarak *rectilinear* dari *I/O point* ke masing-masing titik pusat blok penyimpanan alternatif *layout VI*. Setelah mengetahui jarak *rectilinear* setiap material dari *I/O point* ke titik

pusat bloknnya selanjutnya dilakukan perhitungan jarak perpindahan material berdasarkan frekuensinya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 4.37, diketahui bahwa total jarak perpindahan keseluruhan material per bulannya adalah sebesar 12.301,609 m, dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 24.603,218 m. Sehingga pada alternatif *layout* VI dalam satu tahunnya jarak perpindahan material di gudang bahan baku yang ditempuh yaitu sebesar 24.603,218 m x 12 bulan = 295.238,616 m/tahun.

3. Ongkos *Material Handling* (OMH)

Dalam melakukan perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) terdapat tiga asumsi yang digunakan sebagaimana seperti yang telah dijelaskan pada alternatif *layout* VI.

a. Biaya Mesin

Biaya mesin bergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan. Adapun *material handling* yang digunakan yaitu tiga buah *forklift* dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.23. Untuk menghitung biaya mesin terdiri dari biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya depresiasi.

1). Biaya Bahan Bakar (*Variable Cost*)

Perusahaan menggunakan tiga unit *forklift* sebagai peralatan *material handling*nya dan ketiga *forklift* tersebut menggunakan bahan bakar solar. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak gudang perusahaan, setiap *forklift* memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda. Untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton bisa mencapai jarak 5 km/liter, *forklift* dengan kapasitas 3,5 ton bisa mencapai jarak 3 km/liter, dan untuk *forklift* dengan kapasitas 7 ton bisa mencapai jarak 2 km/liter. Perusahaan menggunakan bahan bakar Solar Pertamina Dex dengan harga per Desember 2015 adalah Rp9.950,-

Total jarak perpindahan dalam satu tahun pada alternatif *layout* VI yaitu 295.238,616 m akan tetapi terdapat beberapa material dalam proses perpindahannya dilakukan secara manual atau tanpa menggunakan bantuan alat *material handling* sehingga total jarak perpindahan dengan menggunakan *forklift* dalam satu tahun menjadi 138.890,88 m. Adapun material yang perpindahannya dilakukan secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Dalam menentukan seberapa banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan dalam satu tahun maka harus dihitung jarak yang harus ditempuh oleh setiap

forklift per tahunnya. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.35 dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah mengetahui jarak yang harus ditempuh maka selanjutnya adalah menghitung banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} &= \frac{115.224,408 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}} \\ &= 23,05 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dalam satu tahun *forklift* yang berkapasitas 1,5 ton membutuhkan sebanyak 23,05 liter solar industri untuk mengangkut keluar masuknya material di gudang bahan baku. Dari perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun di atas diperoleh hasil bahwa dalam satu tahun *forklift* 1,5 ton membutuhkan biaya bahan bakar sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar per tahun} &= 23,05 \text{ liter} \times \text{Rp}9.950,- \\ &= \text{Rp}229.348,- \\ &\approx \text{Rp}229,400,- \end{aligned}$$

Tabel 4.38 Total Biaya Bahan Bakar Alternatif *Layout* VI Per Tahun

Kapasitas Forklift (ton)	Jarak yang Harus Ditempuh/Tahun (meter)	Kebutuhan Bahan Bakar Solar/Tahun (liter)	Biaya Bahan Bakar/Tahun (Rp)
1,5	115.224,408	23,05	229.400
3,5	18.431,496	6,15	61.200
7	5.234,976	2,62	26.100
Total		31,82	316.700

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar di atas, pada alternatif *layout* V membutuhkan bahan bakar solar sebanyak 31,82 liter dengan biaya sebesar Rp316.700,-.

2). Biaya Depresiasi

Biaya depresiasi untuk semua alternatif *layout* sama yaitu Rp32.500.000,- dan perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan biaya depresiasi alternatif *layout* III. Setelah menghitung biaya depresiasi, biaya *maintenance*, dan biaya bahan bakar dalam satu tahun maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya mesin. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Mesin} &= \text{Depresiasi} + \text{Biaya Maintenance} + \text{Biaya Bahan Bakar} \\ &= \text{Rp}32.500.000,- + \text{Rp}3.576.000,- + \text{Rp}316.700,- \\ &= \text{Rp}36.392.700,- \end{aligned}$$

b. Biaya Operator

Biaya operator untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar Rp24.000.000,- dan penjelasannya dapat dilihat pada perhitungan biaya operator alternatif *layout* III. Berdasarkan hasil perhitungan biaya mesin dan biaya operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada *layout* alternatif VI, yaitu sebagai berikut:

$$\text{OMH (z)} = \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator}$$

$$\begin{aligned} \text{OMH (z)} &= \text{Rp}36.392.700,- + \text{Rp}24.000.000,- \\ &= \text{Rp}60.392.700,- \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang bahan baku jika menggunakan alternatif *layout* VI pada periode Januari 2014 – Desember 2014 adalah sebesar Rp60.392.700,-.

4.3.5.5 Alternatif *Layout* VII

Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif *layout* VII:

1. Utilitas Ruang dan Utilitas Blok

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang. Sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio total pemakaian blok dan luas total blok. Luas gudang bahan baku yang baru yaitu 800 m² sedangkan luas blok yang tersedia yaitu 340,1 m². Luas pemakaian blok menggunakan total dari luas seluruh material yang disimpan di dalam blok dimana perhitungannya bisa dilihat pada Lampiran 5.

Diketahui:

Luas ruang gudang : 800 m²

Luas total blok : 340,1 m²

Luas total pemakaian blok : 281,4 m²

Perhitungan utilitas ruang :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang gudang}} \times 100\% \\ &= \frac{340,1 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 42,52 \% \end{aligned}$$

Perhitungan utilitas blok :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian blok}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ &= \frac{276,1 \text{ m}^2}{340,1 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 81,19 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* VII sebesar 42,52 %, sedangkan utilitas blok sebesar 81,19 %.

2. Jarak Perpindahan

Jarak perpindahan bahan baku diketahui dari perhitungan frekuensi dan jarak lokasi penyimpanan. Pengukuran jarak lokasi penyimpanan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*, yaitu dengan menghitung jarak antara titik secara tegak lurus. Perhitungan jarak lokasi penyimpanan setiap material dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk (*I/O point*) dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pengukuran jarak perpindahan diasumsikan bahwa jarak penyimpanan maupun pengambilan material bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik tersebut akan sama.

Gambar 4.15 merupakan penentuan titik pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* VII. Titik pojok kiri bawah sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut. Blok penyimpanan berbentuk segi empat sehingga titik berat merupakan setengah dari panjang sisi sumbu untuk masing-masing sumbu (perpotongan diagonal). Titik (x) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu x dari blok dan titik (y) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu y dari blok. Tabel 4.39 merupakan koordinat pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* VII.

Tabel 4.39 Koordinat titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout* VII

Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
<i>I/O point</i>	(2000,5 ; 0)
Blok IA	(1607,8 ; 1006,7)
Blok IB	(1607,8 ; 1475,4)
Blok IC	(1607,8 ; 1896,7)
Blok IIA	(401,4 ; 653,9)
Blok IIB	(401,4 ; 1150)
Blok IIC	(401,4 ; 1733,1)
Blok IIIA	(3381,2 ; 722,6)
Blok IIIB	(3381,2 ; 1172,1)
Blok IIIC	(3381,2 ; 1679,1)

Pada alternatif *layout* VII ini terdapat beberapa material yang memiliki lokasi penyimpanan lebih dari satu blok, maka koordinat titik pusatnya ditentukan berdasarkan gabungan titik berat dari dua blok penyimpanan tersebut. Berikut merupakan contoh

perhitungan titik berat blok penyimpanan yang ditempati oleh material *Zeropack* 100 kVA yaitu blok IB dan blok IIB:

$$x_o = \frac{A_1x_1 + A_2x_2}{A_1 + A_2} \quad (2-4)$$

$$y_o = \frac{A_1y_1 + A_2y_2}{A_1 + A_2} \quad (2-5)$$

$$x_o = \frac{(425334 \cdot 1607,8) + (544718 \cdot 401,4)}{425334 + 544718} = \frac{683852037 + 218649665}{970052} = 930,4$$

$$y_o = \frac{(425334 \cdot 1475,4) + (544718 \cdot 1150)}{425334 + 544718} = \frac{4627537813 + 626425298}{970052} = 1292,7$$

Titik berat gabungan (x_o ; y_o) = (930,4 ; 1292,7)

Jadi titik berat blok penyimpanan blok IB dan blok IIB pada alternatif *layout* VII adalah 930,4 pada sumbu x dan 1292,7 pada sumbu y. Koordinat titik berat gabungan antar blok penyimpanan pada alternatif *layout* VII tersaji pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Koordinat Titik Berat Gabungan Alternatif *Layout* VII

Blok Penyimpanan	Material	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
IIA dan IIIA	Engine 30 kVA	(2545,5 ; 703,3)
IB dan IIB	<i>Zeropack</i> 100 kVA	(930,4 ; 1292,7)
IIB dan IIIB	<i>Zeropack</i> 150 kVA	(1968 ; 1161,6)

Setelah ditemukan koordinat titik pusat setiap blok penyimpanan maka selanjutnya dihitung jarak setiap material ke *I/O point*. Tabel 4.41 merupakan perhitungan jarak *rectilinear* dari *I/O point* ke masing-masing titik pusat blok penyimpanan alternatif *layout* VII. Setelah mengetahui jarak *rectilinear* setiap material dari *I/O point* ke titik pusat bloknnya selanjutnya dilakukan perhitungan jarak perpindahan material berdasarkan frekuensinya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.42.

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa total jarak perpindahan keseluruhan material per bulannya adalah sebesar 11.498,565 m, dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama, maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 22.797,13 m. Sehingga pada alternatif *layout* VII dalam satu tahunnya jarak perpindahan material di gudang bahan baku yang ditempuh yaitu sebesar 22.797,13 m x 12 bulan = 275.749,56 m/tahun.

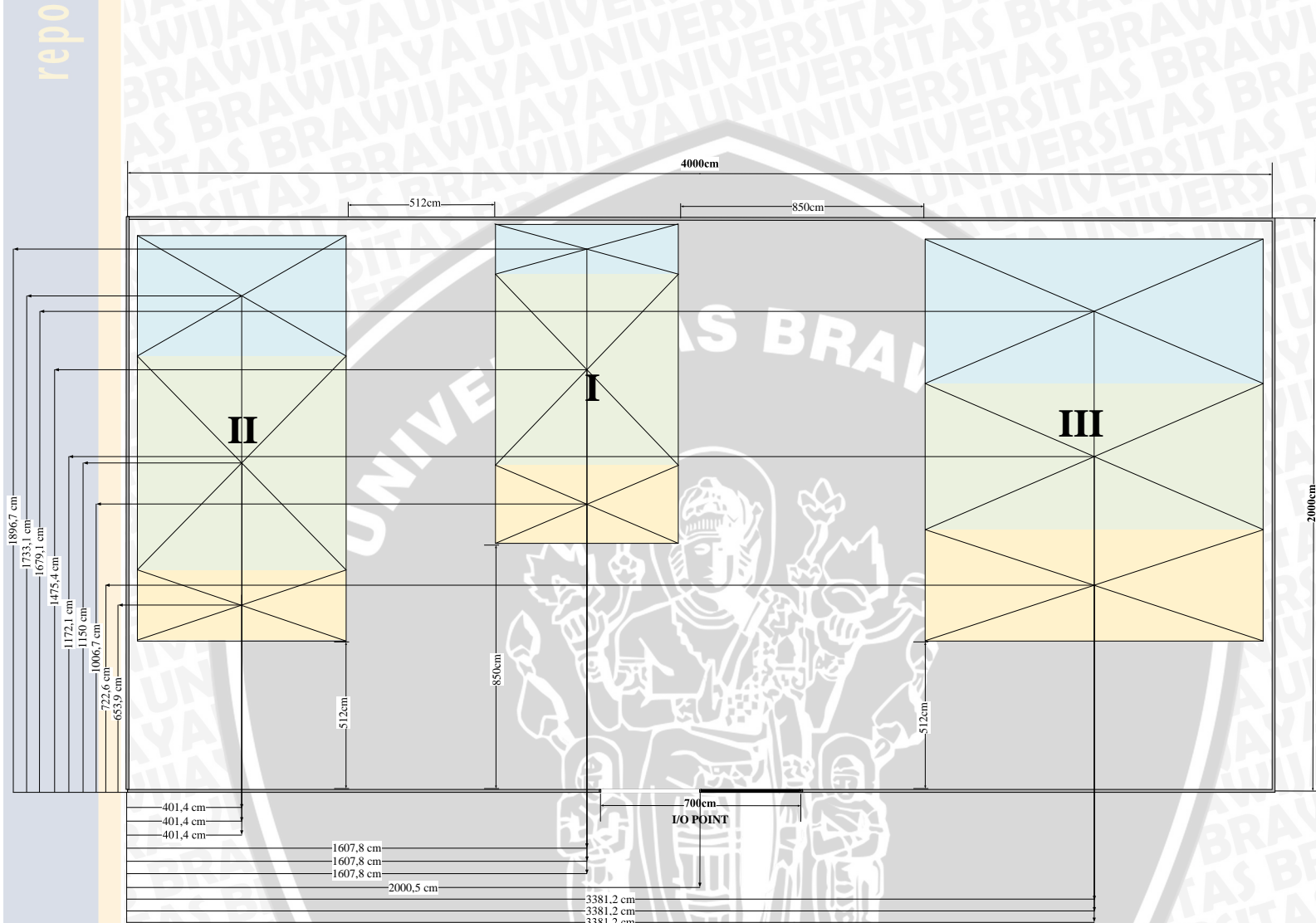
3. Ongkos *Material Handling* (OMH)

Dalam melakukan perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) terdapat tiga asumsi yang digunakan sebagaimana seperti yang telah dijelaskan pada alternatif *layout* VII.

a. Biaya Mesin

Biaya mesin bergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan.





Gambar 4.15 Penentuan Titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif Layout VII

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.41 Jarak *Rectilinear* Dari *I/O Point* ke Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout VII*

No.	Material	Blok	Perhitungan Jarak	Jarak (m)
1	Zeropack 9 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
2	Zeropack 13 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
3	Zeropack 20 kVA	IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 653,9 = 1599,2 + 653,9$	22,53
4	Zeropack 25 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1475,4 = 392,7 + 1475,4$	18,681
5	Zeropack 30 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1475,4 = 392,7 + 1475,4$	18,681
6	Zeropack 40 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
7	Zeropack 45 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
8	Zeropack 50 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
9	Zeropack 60 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
10	Zeropack 65 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
11	Zeropack 80 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
12	Zeropack 100 kVA	IB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 930,4 + 0 - 1292,7 = 1070,1 + 1292,7$	23,628
13	Zeropack 135 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
14	Zeropack 150 kVA	IIB IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1968 + 0 - 1161,6 = 32,5 + 1161,6$	11,941
15	Zeropack 200 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
16	Zeropack 250 kVA	IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 722,6 = 1380,7 + 722,6$	21,033
17	Zeropack 350 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
18	Zeropack 400 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
19	Zeropack 500 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
20	Zeropack 650 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
21	Zeropack 1000 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
22	Zeropack 1250 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
23	Generator 9 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322
24	Generator 13,5 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
25	Generator 16 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
26	Generator 20 kVA	IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 653,9 = 1599,2 + 653,9$	22,53
27	Generator 22,5 kVA	IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 653,9 = 1599,2 + 653,9$	22,53
28	Generator 27,5 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
29	Generator 30 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
30	Generator 31,3 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1896,7 = 392,7 + 1896,7$	22,894
31	Generator 42,5 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
32	Generator 50 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1896,7 = 392,7 + 1896,7$	33,322
33	Generator 60 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
34	Generator 62,5 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
35	Generator 72,5 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1896,7 = 392,7 + 1896,7$	22,894
36	Generator 80 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322
37	Generator 85 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1475,4 = 392,7 + 1475,4$	18,681
38	Generator 100 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1896,7 = 392,7 + 1896,7$	22,894
39	Generator 135 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
40	Generator 140 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2029,3 + 0 - 1418,1 = 28,8 + 1418,1$	27,491
41	Generator 150 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322
42	Generator 160 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1896,7 = 392,7 + 1896,7$	22,894
43	Generator 250 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322
44	Generator 350 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
45	Generator 400 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
46	Generator 500 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322
47	Engine 25 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1006,7 = 392,7 + 1006,7$	13,994
48	Engine 30 kVA	IIA IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 2545,5 + 0 - 703,3 = 545 + 703,3$	12,483
49	Engine 110 kVA	IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 722,6 = 1380,7 + 722,6$	21,033
50	Engine 140 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1475,4 = 392,7 + 1475,4$	18,681
51	Engine 250 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322
52	Engine 500 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1475,4 = 392,7 + 1475,4$	18,681
53	Engine 650 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1172,1 = 1380,7 + 1172,1$	25,528
54	Radiator 25 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1006,7 = 392,7 + 1006,7$	13,994
55	Radiator 30 kVA	IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 722,6 = 1380,7 + 722,6$	21,033
56	Radiator 200 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1896,7 = 392,7 + 1896,7$	22,894
57	Silencer 15/4	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
58	Silencer 12/4	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
59	Silencer 16/8	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3381,2 + 0 - 1679,1 = 1380,7 + 1679,1$	30,598
60	Filter udara	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1150 = 1599,2 + 1150$	27,491
61	Toolkit	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1006,7 = 392,7 + 1006,7$	13,994
62	Loose part	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1006,7 = 392,7 + 1006,7$	13,994
63	Accu 50 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1006,7 = 392,7 + 1006,7$	13,994
64	Accu 100 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 1607,8 + 0 - 1006,7 = 392,7 + 1006,7$	13,994
65	Flexible	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 1733,1 = 1599,1 + 1733,1$	33,322

Tabel 4.42 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout VII*

No.	Material	Jarak Rectilinear (cm)	Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (unit)	Jarak Perpindahan (cm)
1	Zeropack 9 kVA	25,528	2	51,056
2	Zeropack 13 kVA	25,528	2	51,056
3	Zeropack 20 kVA	22,53	21	473,13
4	Zeropack 25 kVA	18,681	5	93,405
5	Zeropack 30 kVA	18,681	6	112,086
6	Zeropack 40 kVA	27,491	4	109,964
7	Zeropack 45 kVA	27,491	4	109,964
8	Zeropack 50 kVA	25,528	2	51,056
9	Zeropack 60 kVA	27,491	3	82,473
10	Zeropack 65 kVA	27,491	3	82,473
11	Zeropack 80 kVA	25,528	2	51,056
12	Zeropack 100 kVA	23,628	4	94,512
13	Zeropack 135 kVA	27,491	4	109,964
14	Zeropack 150 kVA	11,941	2	23,882
15	Zeropack 200 kVA	27,491	3	82,473
16	Zeropack 250 kVA	21,033	16	336,528
17	Zeropack 350 kVA	25,528	2	51,056
18	Zeropack 400 kVA	30,598	2	61,196
19	Zeropack 500 kVA	30,598	2	61,196
20	Zeropack 650 kVA	30,598	2	61,196
21	Zeropack 1000 kVA	30,598	2	61,196
22	Zeropack 1250 kVA	30,598	2	61,196
23	Generator 9 kVA	33,322	2	66,644
24	Generator 13,5 kVA	27,491	3	82,473
25	Generator 16 kVA	25,528	2	51,056
26	Generator 20 kVA	22,53	23	518,19
27	Generator 22,5 kVA	22,53	19	428,07
28	Generator 27,5 kVA	27,491	8	219,928
29	Generator 30 kVA	25,528	2	51,056
30	Generator 31,3 kVA	22,894	2	45,788
31	Generator 42,5 kVA	25,528	2	51,056
32	Generator 50 kVA	33,322	2	66,644
33	Generator 60 kVA	25,528	3	76,584
34	Generator 62,5 kVA	27,491	3	82,473
35	Generator 72,5 kVA	22,894	2	45,788
36	Generator 80 kVA	33,322	2	66,644
37	Generator 85 kVA	18,681	11	205,491
38	Generator 100 kVA	22,894	2	45,788
39	Generator 135 kVA	25,528	2	51,056
40	Generator 140 kVA	27,491	4	109,964
41	Generator 150 kVA	33,322	2	66,644
42	Generator 160 kVA	22,894	2	45,788
43	Generator 250 kVA	33,322	2	66,644
44	Generator 350 kVA	25,528	2	51,056
45	Generator 400 kVA	25,528	2	51,056
46	Generator 500 kVA	33,322	2	66,644
47	Engine 25 kVA	13,994	25	349,85
48	Engine 30 kVA	12,483	19	237,177
49	Engine 110 kVA	21,033	12	252,396
50	Engine 140 kVA	18,681	6	112,086
51	Engine 250 kVA	33,322	2	66,644
52	Engine 500 kVA	18,681	6	112,086
53	Engine 650 kVA	25,528	2	51,056
54	Radiator 25 kVA	13,994	25	349,85
55	Radiator 30 kVA	21,033	19	399,627
56	Radiator 200 kVA	22,894	2	45,788
57	Silencer 15/4	30,598	2	61,196
58	Silencer 12/4	30,598	2	61,196
59	Silencer 16/8	30,598	2	61,196
60	Filter udara	27,491	4	109,964
61	Toolkit	13,994	173	2420,962
62	Loose part	13,994	80	1119,52
63	Accu 50 AH	13,994	27	377,838
64	Accu 100 AH	13,994	25	349,85
65	Flexible	33,322	2	66,644
Total				11.489,565

Adapun *material handling* yang digunakan yaitu tiga buah *forklift* dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.23. Untuk menghitung biaya mesin terdiri dari biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya depresiasi.

1). Biaya Bahan Bakar (*Variable Cost*)

Perusahaan menggunakan tiga unit *forklift* sebagai peralatan *material handling*nya dan ketiga *forklift* tersebut menggunakan bahan bakar solar. Untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton bisa mencapai jarak 5 km/liter, *forklift* dengan kapasitas 3,5 ton bisa mencapai jarak 3 km/liter, dan untuk *forklift* dengan kapasitas 7 ton bisa mencapai jarak 2 km/liter. Perusahaan menggunakan bahan bakar Solar Pertamina Dex dengan harga per Desember 2015 adalah Rp9.950,-.

Total jarak perpindahan dalam satu tahun pada alternatif *layout* VII yaitu 275.749,56 m akan tetapi terdapat beberapa material dalam proses perpindahannya dilakukan secara manual sehingga total jarak perpindahan dengan menggunakan *forklift* dalam satu tahun menjadi 164.668,776 m. Adapun material yang perpindahannya dilakukan secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Dalam menentukan seberapa banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan dalam satu tahun maka harus dihitung jarak yang harus ditempuh oleh setiap *forklift* per tahunnya. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.40 dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah mengetahui jarak yang harus ditempuh maka selanjutnya adalah menghitung banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} &= \frac{134.626,656 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}} \\ &= 26,93 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dalam satu tahun *forklift* yang berkapasitas 1,5 ton membutuhkan sebanyak 26,93 liter solar industri untuk mengangkut keluar masuknya material di gudang bahan baku. Dari perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun di atas diperoleh hasil bahwa dalam satu tahun *forklift* 1,5 ton membutuhkan biaya bahan bakar sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar per tahun} &= 26,93 \text{ liter} \times \text{Rp}9.950,- \\ &= \text{Rp}267.954,- \\ &\approx \text{Rp}268.000,- \end{aligned}$$

Tabel 4.43 Total Biaya Bahan Bakar Alternatif *Layout* VI Per Tahun

Kapasitas Forklift (ton)	Jarak yang Harus Ditempuh/Tahun (meter)	Kebutuhan Bahan Bakar Solar/Tahun (liter)	Biaya Bahan Bakar/Tahun (Rp)
1,5	134.626,656	26,93	268.000
3,5	24.167,304	8,06	80.200
7	5.874,816	2,94	29.300
Total		37,93	377.500

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar di atas, pada alternatif *layout* VII membutuhkan bahan bakar solar sebanyak 37,93 liter dengan biaya sebesar Rp377.500,-.

2). Biaya Depresiasi

Biaya depresiasi untuk semua alternatif *layout* sama yaitu Rp32.500.000,- dan perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan biaya depresiasi alternatif *layout* III. Setelah menghitung biaya depresiasi, biaya *maintenance*, dan biaya bahan bakar dalam satu tahun maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya mesin. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Mesin} &= \text{Depresiasi} + \text{Biaya Maintenance} + \text{Biaya Bahan Bakar} \\ &= \text{Rp}27.500.000,- + \text{Rp}3.576.000,- + \text{Rp}377.500,- \\ &= \text{Rp}36.453.500,- \end{aligned}$$

b. Biaya Operator

Biaya operator untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar Rp24.000.000,- dan penjelasannya dapat dilihat pada perhitungan biaya operator alternatif *layout* III. Berdasarkan hasil perhitungan biaya mesin dan biaya operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada *layout* alternatif VII, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{OMH (z)} &= \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator} \\ \text{OMH (z)} &= \text{Rp}36.453.500,- + \text{Rp}24.000.000,- \\ &= \text{Rp}60.453.500,- \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang bahan baku jika menggunakan alternatif *layout* VII pada periode Januari 2014 – Desember 2014 adalah sebesar Rp60.453.500,-.

4.3.5.6 Alternatif *Layout* VIII

Berikut ini adalah analisis terhadap alternatif *layout* VIII:

1. Utilitas Ruang dan Utilitas Blok

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang, sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio total pemakaian blok dan luas total blok. Luas gudang bahan baku yang baru yaitu 800 m² sedangkan luas blok yang tersedia yaitu 322,1 m². Luas pemakaian blok menggunakan total dari luas seluruh material yang disimpan di dalam blok dimana perhitungannya bisa dilihat pada Tabel 4.8.

Diketahui:

Luas ruang gudang : 800 m²

Luas total blok : 322,1 m²

Luas total pemakaian blok : 281,4 m²

Perhitungan utilitas ruang :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang gudang}} \times 100\% \\ &= \frac{322,1 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 40,27 \% \end{aligned}$$

Perhitungan utilitas blok :

$$\begin{aligned} \text{Utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian blok}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ &= \frac{276,1 \text{ m}^2}{322,1 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 85,72 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa utilitas ruang pada alternatif *layout* VIII sebesar 40,27 %, sedangkan utilitas blok sebesar 85,72 %.

2. Jarak Perpindahan

Jarak perpindahan bahan baku diketahui dari perhitungan frekuensi dan jarak lokasi penyimpanan. Pengukuran jarak lokasi penyimpanan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*, yaitu dengan menghitung jarak antara titik secara tegak lurus. Perhitungan jarak lokasi penyimpanan setiap material dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk (*I/O point*) dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pengukuran jarak perpindahan diasumsikan bahwa jarak penyimpanan maupun pengambilan material bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik tersebut akan sama.

Gambar 4.16 merupakan penentuan titik pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* VIII. Titik pojok kiri bawah sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut. Blok penyimpanan berbentuk segi empat sehingga titik berat merupakan setengah dari panjang sisi sumbu untuk masing-masing sumbu (perpotongan diagonal). Titik (x) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu x dari blok dan titik (y) merupakan setengah dari panjang sisi sumbu y dari blok. Tabel 4.44 merupakan koordinat pusat blok penyimpanan pada alternatif *layout* VIII.

Tabel 4.44 Koordinat titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout* VIII

Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)	Area	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
<i>I/O point</i>	(2000,5 ; 0)	Blok IVC	(235 ; 1571,3)
Blok IA	(2194,4 ; 971)	Blok IIIA	(3658,9 ; 175,7)
Blok IB	(2194,4 ; 1404,9)	Blok IIIB	(3658,9 ; 754,8)
Blok IC	(2194,4 ; 1808,4)	Blok IIIC	3658,9 ; 1593)
Blok IIA	(1158,1 ; 633)	Blok IVA	(235 ; 405,5)
Blok IIB	(1158,1 ; 1303,3)	Blok IVB	(235 ; 1108,8)
Blok IIC	(1158,1 ; 1861,8)		

Pada alternatif *layout* VIII ini terdapat beberapa material yang memiliki lokasi penyimpanan lebih dari satu blok, maka koordinat titik pusatnya ditentukan berdasarkan gabungan titik berat dari dua blok penyimpanan tersebut. Berikut merupakan contoh perhitungan titik berat blok penyimpanan yang ditempati oleh material *Zeropack* 20 kVA yaitu blok IIA dan blok IIIA:

$$x_0 = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2}{A_1 + A_2} \quad (2-4)$$

$$y_0 = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_1 + A_2} \quad (2-5)$$

$$x_0 = \frac{(117226 \cdot 1158,1) + (223309 \cdot 3658,9)}{117226 + 223309} = \frac{683852037 + 218649665}{340534} = 2798$$

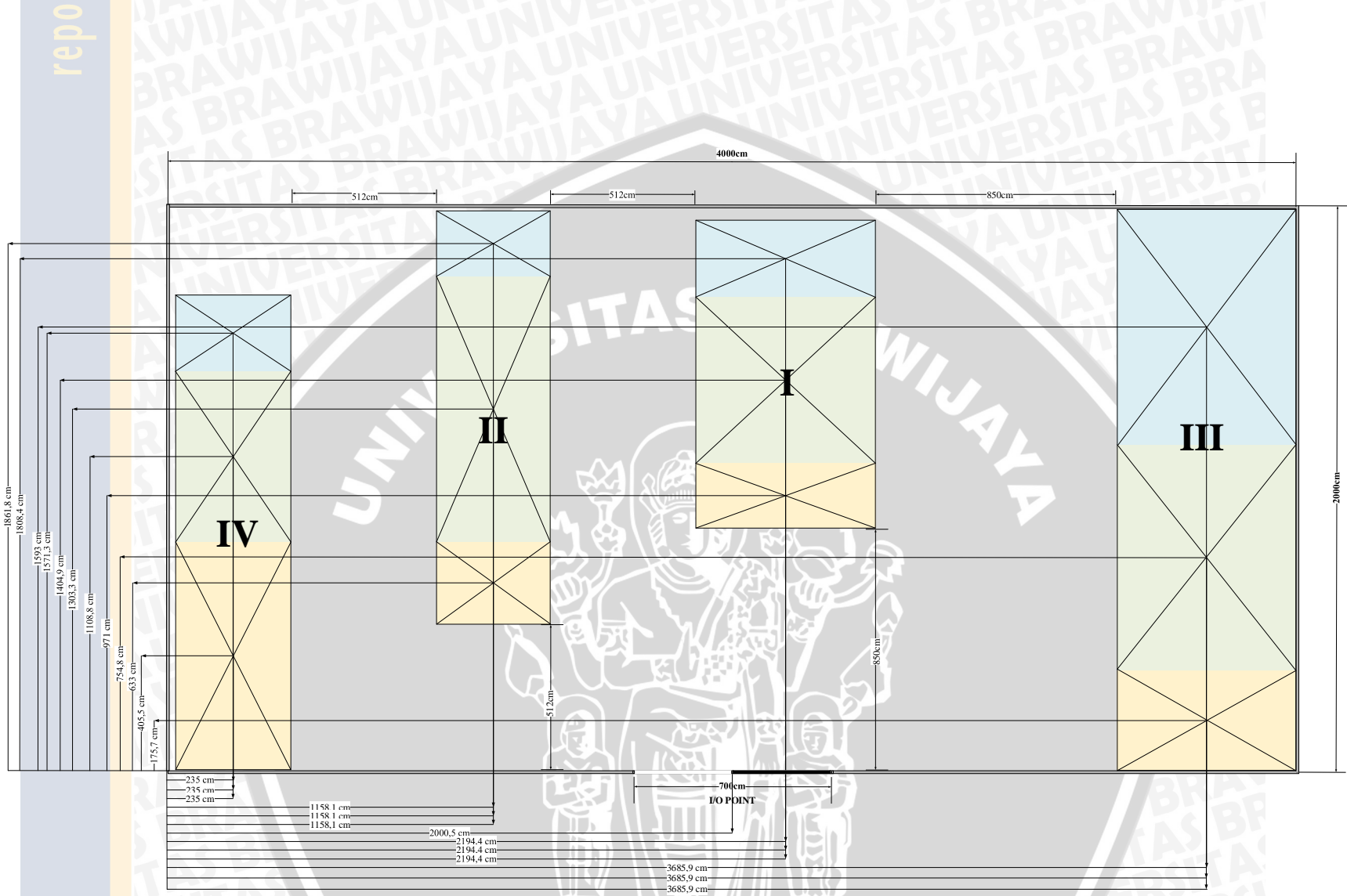
$$y_0 = \frac{(117226 \cdot 633) + (223309 \cdot 175,7)}{117226 + 223309} = \frac{74204039 + 39235347}{340534} = 333,1$$

Titik berat gabungan (x_0 ; y_0) = (930,4 ; 1292,7)

Jadi titik berat blok penyimpanan blok IB dan blok IIB pada alternatif *layout* VII adalah 930,4 pada sumbu x dan 1292,7 pada sumbu y. Koordinat titik berat gabungan antar blok penyimpanan pada alternatif *layout* VIII tersaji pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 Koordinat Titik Berat Gabungan Alternatif *Layout* VIII

Blok Penyimpanan	Material	Koordinat Titik Pusat (x;y) (cm)
IA dan IIA	Radiator 25 kVA	(1732,2 ; 820,3)
IIA dan IIIA	<i>Zeropack</i> 20 kVA	(2798 ; 333,1)
IIIA dan IVA	<i>Engine</i> 110 kVA	(1619,1 ; 312,6)
IIB dan IIIB	<i>Zeropack</i> 200 kVA	(2589,7 ; 989,3)



Gambar 4.16 Penentuan Titik Pusat Blok Penyimpanan pada Alternatif *Layout VIII*

Keterangan gambar:

- : Material kelas A
- : Material kelas B
- : Material kelas C

Tabel 4.46 Jarak *Rectilinear* Dari *I/O Point* ke Titik Pusat Blok pada Alternatif *Layout VIII*

No.	Material	Blok	Perhitungan Jarak	Jarak (m)
1	Zeropack 9 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
2	Zeropack 13 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
3	Zeropack 20 kVA	IIA IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 2798 + 0 - 333,1 = 797,5 + 333,1$	11,306
4	Zeropack 25 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
5	Zeropack 30 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1404,9 = 193,9 + 1404,9$	15,988
6	Zeropack 40 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
7	Zeropack 45 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
8	Zeropack 50 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
9	Zeropack 60 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
10	Zeropack 65 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
11	Zeropack 80 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
12	Zeropack 100 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
13	Zeropack 135 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
14	Zeropack 150 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
15	Zeropack 200 kVA	IIB IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 2589,7 + 0 - 989,3 = 589,2 + 989,3$	15,785
16	Zeropack 250 kVA	IVA	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 405,5 = 1765,5 + 405,5$	21,71
17	Zeropack 350 kVA	IVB	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1108,8 = 1765,5 + 1108,8$	28,743
18	Zeropack 400 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 1593 = 1658,4 + 1593$	32,514
19	Zeropack 500 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 1593 = 1658,4 + 1593$	32,514
20	Zeropack 650 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 1593 = 1658,4 + 1593$	32,514
21	Zeropack 1000 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 1593 = 1658,4 + 1593$	32,514
22	Zeropack 1250 kVA	IIIC	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 1593 = 1658,4 + 1593$	32,514
23	Generator 9 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
24	Generator 13,5 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
25	Generator 16 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
26	Generator 20 kVA	IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 633 = 842,4 + 633$	14,754
27	Generator 22,5 kVA	IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 401,4 + 0 - 653,9 = 1599,2 + 653,9$	18,341
28	Generator 27,5 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1404,9 = 193,9 + 1404,9$	15,988
29	Generator 30 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
30	Generator 31,3 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
31	Generator 42,5 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
32	Generator 50 kVA	IVC	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1571,3 = 1765,5 + 1571,3$	33,368
33	Generator 60 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
34	Generator 62,5 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
35	Generator 72,5 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
36	Generator 80 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1861,8 = 842,4 + 1861,8$	27,042
37	Generator 85 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1404,9 = 193,9 + 1404,9$	15,988
38	Generator 100 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
39	Generator 135 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
40	Generator 140 kVA	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
41	Generator 150 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
42	Generator 160 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
43	Generator 250 kVA	IVC	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1571,3 = 1765,5 + 1571,3$	33,368
44	Generator 350 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
45	Generator 400 kVA	IIIB	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 754,8 = 1658,4 + 754,8$	24,132
46	Generator 500 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
47	Engine 25 kVA	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 971 = 193,9 + 971$	11,649
48	Engine 30 kVA	IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 175,7 = 3458,3 + 175,7$	18,341
49	Engine 110 kVA	IIIA IVA	$d_{ij} = 2000,5 - 1619,1 + 0 - 312,6 = 381,4 + 312,6$	6,94
50	Engine 140 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1404,9 = 193,9 + 1404,9$	15,988
51	Engine 250 kVA	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1861,8 = 842,4 + 1861,8$	27,042
52	Engine 500 kVA	IB	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1404,9 = 193,9 + 1404,9$	15,988
53	Engine 650 kVA	IVB	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1108,8 = 1765,5 + 1108,8$	28,743
54	Radiator 25 kVA	IA IIA	$d_{ij} = 2000,5 - 1732,2 + 0 - 820,3 = 268,3 + 820,3$	10,886
55	Radiator 30 kVA	IIIA	$d_{ij} = 2000,5 - 3658,9 + 0 - 175,7 = 3458,3 + 175,7$	18,341
56	Radiator 200 kVA	IC	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 1808,4 = 193,9 + 1808,4$	20,023
57	Silencer 15/4	IVC	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1571,3 = 1765,5 + 1571,3$	33,368
58	Silencer 12/4	IVC	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1571,3 = 1765,5 + 1571,3$	33,368
59	Silencer 16/8	IVC	$d_{ij} = 2000,5 - 235 + 0 - 1571,3 = 1765,5 + 1571,3$	33,368
60	Filter udara	IIB	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1303,3 = 842,4 + 1303,3$	21,457
61	Toolkit	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 971 = 193,9 + 971$	11,649
62	Loose part	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 971 = 193,9 + 971$	11,649
63	Accu 50 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 971 = 193,9 + 971$	11,649
64	Accu 100 AH	IA	$d_{ij} = 2000,5 - 2194,4 + 0 - 971 = 193,9 + 971$	11,649
65	Flexible	IIC	$d_{ij} = 2000,5 - 1158,1 + 0 - 1861,8 = 842,4 + 1861,8$	27,042

Tabel 4.47 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout* VIII

No.	Material	Jarak <i>Rectilinear</i> (m)	Frekuensi Perpindahan Material/Bulan (unit)	Jarak Perpindahan (m)
1	Zeropack 9 kVA	24,132	2	48,264
2	Zeropack 13 kVA	24,132	2	48,264
3	Zeropack 20 kVA	11,306	21	237,426
4	Zeropack 25 kVA	21,457	5	107,285
5	Zeropack 30 kVA	15,988	6	95,928
6	Zeropack 40 kVA	21,457	4	85,828
7	Zeropack 45 kVA	21,457	4	85,828
8	Zeropack 50 kVA	24,132	2	48,264
9	Zeropack 60 kVA	24,132	3	72,396
10	Zeropack 65 kVA	24,132	3	72,396
11	Zeropack 80 kVA	24,132	2	48,264
12	Zeropack 100 kVA	21,457	4	85,828
13	Zeropack 135 kVA	21,457	4	85,828
14	Zeropack 150 kVA	24,132	2	48,264
15	Zeropack 200 kVA	15,785	3	47,355
16	Zeropack 250 kVA	21,71	16	347,36
17	Zeropack 350 kVA	28,743	2	57,486
18	Zeropack 400 kVA	32,514	2	65,028
19	Zeropack 500 kVA	32,514	2	65,028
20	Zeropack 650 kVA	32,514	2	65,028
21	Zeropack 1000 kVA	32,514	2	65,028
22	Zeropack 1250 kVA	32,514	2	65,028
23	Generator 9 kVA	20,023	2	40,046
24	Generator 13,5 kVA	24,132	3	72,396
25	Generator 16 kVA	24,132	2	48,264
26	Generator 20 kVA	14,754	23	339,342
27	Generator 22,5 kVA	18,341	19	348,479
28	Generator 27,5 kVA	15,988	8	127,904
29	Generator 30 kVA	24,132	2	48,264
30	Generator 31,3 kVA	20,023	2	40,046
31	Generator 42,5 kVA	24,132	2	48,264
32	Generator 50 kVA	33,368	2	66,736
33	Generator 60 kVA	24,132	3	72,396
34	Generator 62,5 kVA	24,132	3	72,396
35	Generator 72,5 kVA	20,023	2	40,046
36	Generator 80 kVA	27,042	2	54,084
37	Generator 85 kVA	15,988	11	175,868
38	Generator 100 kVA	20,023	2	40,046
39	Generator 135 kVA	24,132	2	48,264
40	Generator 140 kVA	21,457	4	85,828
41	Generator 150 kVA	20,023	2	40,046
42	Generator 160 kVA	20,023	2	40,046
43	Generator 250 kVA	33,368	2	66,736
44	Generator 350 kVA	24,132	2	48,264
45	Generator 400 kVA	24,132	2	48,264
46	Generator 500 kVA	20,023	2	40,046
47	Engine 25 kVA	11,649	25	291,225
48	Engine 30 kVA	18,341	19	348,479
49	Engine 110 kVA	6,94	12	83,28
50	Engine 140 kVA	15,988	6	95,928
51	Engine 250 kVA	27,042	2	54,084
52	Engine 500 kVA	15,988	6	95,928
53	Engine 650 kVA	28,743	2	57,486
54	Radiator 25 kVA	10,886	25	272,15
55	Radiator 30 kVA	18,341	19	348,479
56	Radiator 200 kVA	20,023	2	40,046
57	Silencer 15/4	33,368	2	66,736
58	Silencer 12/4	33,368	2	66,736
59	Silencer 16/8	33,368	2	66,736
60	Filter udara	21,457	4	85,828
61	Toolkit	11,649	173	2015,277
62	Loose part	11,649	80	931,92
63	Accu 50 AH	11,649	27	314,523
64	Accu 100 AH	11,649	25	291,225
65	Flexible	27,042	2	54,084
		Total		9,579,625

Setelah menemukan koordinat titik pusat setiap blok penyimpanan maka selanjutnya dihitung jarak setiap material ke *I/O point*. Tabel 4.46 merupakan perhitungan jarak *rectilinear* dari *I/O point* ke masing-masing titik pusat blok penyimpanan alternatif *layout* VIII. Setelah mengetahui jarak *rectilinear* setiap material

dari *I/O point* ke titik pusat bloknnya selanjutnya dilakukan perhitungan jarak perpindahan material berdasarkan frekuensinya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa total jarak perpindahan keseluruhan material per bulannya adalah sebesar 9.579,625 m, dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 19.159,25 m. Sehingga pada alternatif *layout* VIII dalam satu tahunnya jarak perpindahan material di gudang bahan baku yang ditempuh yaitu sebesar $19.159,25 \text{ m} \times 12 \text{ bulan} = 229.911 \text{ m/tahun}$

3. Ongkos *Material Handling* (OMH)

Dalam melakukan perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) terdapat tiga asumsi yang digunakan sebagaimana seperti yang telah dijelaskan pada alternatif *layout* VIII.

a. Biaya Mesin

Biaya mesin bergantung pada peralatan *material handling* yang digunakan. Adapun *material handling* yang digunakan yaitu tiga buah *forklift* dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.23. Untuk menghitung biaya mesin terdiri dari biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya depresiasi.

1). Biaya Bahan Bakar (*Variable Cost*)

Perusahaan menggunakan tiga unit *forklift* sebagai peralatan *material handling*nya dan ketiga *forklift* tersebut menggunakan bahan bakar solar. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak gudang perusahaan, setiap *forklift* memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda. Untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton bisa mencapai jarak 5 km/liter, *forklift* dengan kapasitas 3,5 ton bisa mencapai jarak 3 km/liter, dan untuk *forklift* dengan kapasitas 7 ton bisa mencapai jarak 2 km/liter. Perusahaan menggunakan bahan bakar Solar Pertamina Dex dengan harga per Desember 2015 adalah Rp9.950,-

Total jarak perpindahan dalam satu tahun pada alternatif *layout* VIII yaitu 229.911 m, akan tetapi terdapat beberapa material dalam proses perpindahannya dilakukan secara manual atau tanpa menggunakan bantuan alat *material handling* sehingga total jarak perpindahan dengan menggunakan *forklift* dalam satu tahun menjadi 136.477,44 m. Adapun material yang perpindahannya dilakukan secara manual dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Dalam menentukan seberapa banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan dalam satu tahun maka harus dihitung jarak yang harus ditempuh oleh setiap *forklift* per tahunnya. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.48 dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah mengetahui jarak yang harus ditempuh maka selanjutnya adalah menghitung banyak bahan bakar solar yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun untuk *forklift* dengan kapasitas 1,5 ton.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per tahun} &= \frac{107.320,824 \text{ m}}{5000 \text{ m/l}} \\ &= 21,47 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dalam satu tahun *forklift* yang berkapasitas 1,5 ton membutuhkan sebanyak 21,47 liter solar industri untuk mengangkut keluar masuknya material di gudang bahan baku. Dari perhitungan kebutuhan bahan bakar per tahun di atas diperoleh hasil bahwa dalam satu tahun *forklift* 1,5 ton membutuhkan biaya bahan bakar sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar per tahun} &= 21,47 \text{ liter} \times \text{Rp}9.950,- \\ &= \text{Rp}213,627,- \\ &\approx \text{Rp}213.700,- \end{aligned}$$

Tabel 4.48 Total Biaya Bahan Bakar Alternatif *Layout* VIII Per Tahun

Kapasitas Forklift (ton)	Jarak yang Harus Ditempuh/Tahun (meter)	Kebutuhan Bahan Bakar Solar/Tahun (liter)	Biaya Bahan Bakar/Tahun (Rp)
1,5	107.320,824	21,47	213.700
3,5	22.913,928	7,64	76.100
7	6.242,688	3,13	31.200
Total		32,24	321.000

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar di atas, pada alternatif *layout* VIII membutuhkan bahan bakar solar sebanyak 32,24 liter dengan biaya sebesar Rp321.000,-.

2). Biaya Depresiasi

Biaya depresiasi untuk semua alternatif *layout* sama yaitu Rp32.500.000,- dan perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan biaya depresiasi alternatif *layout* III. Setelah menghitung biaya depresiasi, biaya *maintenance*, dan biaya bahan bakar dalam satu tahun maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya mesin. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Biaya Mesin} = \text{Depresiasi} + \text{Biaya Maintenance} + \text{Biaya Bahan Bakar}$$

$$= \text{Rp}32.500.000,- + \text{Rp}3.576.000,- + \text{Rp}321.000,-$$

$$= \text{Rp}36.397.000,-$$

b. Biaya Operator

Biaya operator untuk semua alternatif *layout* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar Rp24.000.000,- dan penjelasannya dapat dilihat pada perhitungan biaya operator alternatif *layout* III. Berdasarkan hasil perhitungan biaya mesin dan biaya operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada *layout* alternatif VIII, yaitu sebagai berikut:

Berdasarkan hasil perhitungan biaya mesin dan biaya operator maka selanjutnya dapat dihitung Ongkos *Material Handling* (OMH) pada *layout* alternatif VIII, yaitu sebagai berikut:

$$\text{OMH (z)} = \text{Biaya Mesin} + \text{Biaya Operator}$$

$$\text{OMH (z)} = \text{Rp}36.397.000,- + \text{Rp}24.000.000,-$$

$$= \text{Rp}60.397.000,-$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang bahan baku jika menggunakan alternatif *layout* VIII pada periode Januari 2014 – Desember 2014 adalah sebesar Rp60.397.000,-.

4.3.6 Pemilihan Alternatif *Layout* yang Optimal

Pada sub bab sebelumnya telah dibuat enam alternatif *layout* dan sebagai perbandingannya dihitung utilitas ruang, utilitas blok, jarak perpindahan per tahun, dan ongkos *material handling* per tahun untuk setiap alternatif *layout*. Keenam alternatif *layout* memiliki nilai yang berbeda-beda dari keempat parameter tersebut. Hasil nilai dari setiap parameter untuk setiap alternatif *layout*nya tersaji pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49 Perbandingan antar Alternatif *Layout*

Parameter	Alternatif <i>Layout</i>					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Utilitas Ruang	38,12%	38,39%	42,65%	44,02%	42,52%	40,27%
Utilitas Blok	90,56%	89,91%	80,93%	78,42%	81,19%	85,72%
Jarak Perpindahan (per tahun)	259.132,94 m	283.395,58 m	242.183,81 m	295.238,62 m	275.749,56 m	229.911 m
Ongkos <i>Material Handling</i> (per tahun)	Rp 60.424.500,-	Rp 60.426.000,-	Rp 60.370.000,-	Rp 60.392.700,-	Rp 60.453.500,-	Rp 60.397.000,-

Semua alternatif *layout* yang dihasilkan memiliki nilai yang menonjol pada salah satu parameter saja. Oleh karena itu, untuk memilih alternatif *layout* yang paling optimal diperlukan adanya pembobotan untuk setiap parameter. Setiap parameter memiliki bobot

yang berbeda dikarenakan perusahaan juga memiliki prioritas yang berbeda terhadap parameter tersebut. Penentuan prioritas parameter dan bobot dari setiap parameter merupakan hasil diskusi dengan pihak manajemen perusahaan.

Pada penelitian ini yang menjadi prioritas utama dalam pemilihan *layout* yaitu jarak karena selisih hasil perhitungan jarak perpindahan setiap alternatif *layout* cukup tinggi misalnya antara antara alternatif *layout* VI dan VIII. Alternatif *layout* VI merupakan alternatif *layout* dengan jarak perpindahan terpanjang sedangkan alternatif *layout* VIII merupakan alternatif *layout* dengan perpindahan jarak terpendek. Selisih yang dihasilkan yaitu sebesar 65.327,62 m atau hingga mencapai kurang lebih 65 km. Selisihnya angka yang dihasilkan cukup signifikan, hal itulah yang menjadi pertimbangan utama perusahaan untuk memberikan bobot terbesar pada parameter jarak.

Jarak merupakan parameter utama, parameter lain yang dipertimbangkan tetapi bukan menjadi prioritas utama yaitu OMH. Jarak dan OMH biasanya berbanding lurus akan tetapi pada penelitian kali ini tidak karena jarak yang ditempuh setiap *forklift* berbeda-beda. Meskipun suatu alternatif *layout* memiliki jarak terpendek, akan tetapi jika jarak yang ditempuh oleh *forklift* dengan kapasitas terbesar cukup panjang maka dapat menyebabkan biaya bahan bakarnya lebih tinggi daripada alternatif *layout* yang memiliki jarak perpindahan terpanjang, misalnya antara alternatif *layout* VI dan VIII. Untuk lebih jelasnya perbandingannya dapat dilihat pada 4.49.

Parameter jarak perpindahan dan OMH merupakan dua parameter yang diprioritaskan. Dua parameter yang lain yaitu utilitas ruang dan utilitas blok juga tetap dipertimbangkan meskipun tidak menjadi prioritas utama. Kedua parameter tersebut digunakan untuk mengetahui seberapa banyak luas ruangan di dalam gudang yang digunakan sebagai tempat penyimpanan barang. Utilitas blok di sini memiliki bobot yang lebih tinggi dikarenakan bisa menggambarkan seberapa banyak luas di dalam blok yang terisi oleh material dan seberapa banyak luas di dalam blok yang tidak digunakan. Sedangkan utilisasi ruang pada penelitian ini memang rendah dikarenakan di gudang *space aisle* yang dibutuhkan cukup luas sehingga utilisasi ruang memiliki bobot terendah.

Selain pembobotan juga diperlukan metode yang dapat menyeragamkan satuan dari parameter yang berbeda-beda. Metode yang digunakan dalam pemilihan alternatif ini adalah *Weighted Factor Comparison*. Di dalam metode tersebut setiap parameter atau faktor perbandingan diberikan bobot dan pemberian bobot dari masing-masing parameter adalah hasil diskusi dengan pihak manajemen perusahaan. Selain pembobotan, untuk mengetahui skor total yang dibutuhkan adalah menghitung rating nilai terlebih dahulu. Hasil nilai

perhitungan pada Tabel 4.49 dikonversikan menjadi rating nilai dengan cara menentukan *range* berdasarkan nilai parameternya terlebih dahulu.

Rating nilai untuk masing-masing parameter menggunakan skala angka dengan *range* yang berkisar antara 0 s/d 3, dengan 3 terbaik. Rating nilai parameter diperoleh berdasarkan hasil nilai dari setiap alternatif *layout* (Tabel 4.46), misalnya parameter utilitas ruang dari alternatif *layout* III hingga VIII nilainya berkisar antara 36% sampai 45% sehingga nilai parameternya adalah 36% untuk rating nilai terburuk dan 45% untuk rating nilai terbaik. Rating nilai diperoleh berdasarkan hasil perhitungan interpolasi. Salah satu contoh perhitungannya yaitu rating nilai utilitas ruang untuk alternatif *layout* III dan rating nilainya dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50 Rating Nilai setiap Parameter

Nilai Parameter				Rating (Rt.)
Utilitas Ruang	Utilitas Blok	Jarak per Tahun	OMH	
45%	92%	210.000 m	Rp60.350.000	3
42%	87%	240.000 m	Rp60.400.000	2
39%	82%	270.000 m	Rp60.450.000	1
36%	77%	300.000 m	Rp60.500.000	0

Nilai utilitas ruang alternatif *layout* III berada pada kisaran nilai 36% hingga 39% sehingga skor nilainya berkisar antara 0 hingga 1. Untuk mencari rating nilai yang tepat sesuai dengan nilai parameternya maka perlu dilakukan perhitungan interpolasi dan perhitungannya sebagai berikut:

$$\frac{39\% - 38,12\%}{39\% - 36\%} = \frac{1-x}{1-0}$$

$$\frac{0,88\%}{3\%} = \frac{1-x}{1}$$

$$0,88 = 3(1-x)$$

$$0,88 = 3 - 3x$$

$$3x = 3 - 0,88$$

$$3x = 2,12$$

$$x = 0,70667$$

$$x \approx 0,707$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa utilitas ruang sebesar 38,12% memiliki rating nilai 0,707 dan perhitungan dilakukan untuk semua nilai pada parameter yang ada. Semua hasil perhitungan interpolasi terangkum pada Tabel 4.51. Pada Tabel 4.48 merupakan *weighted factor comparison* yang berisi hasil perkalian antara bobot (*Weight*) dan rating nilai (Rt.) dari setiap alternatif *layout*. Dari hasil total perkalian tersebut maka

alternatif lokasi yang dianggap paling optimal adalah alternatif *layout* dengan total skor (Sc.) tertinggi.

Tabel 4.51 *Weighted Factor Comparison*

Factor	Weight	III		IV		V		VI		VII		VIII	
		Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.	Rt.	Sc.
Utilitas Ruang	10%	0,707	0,0707	0,797	0,0797	2,217	0,2217	2,673	0,2673	2,173	0,2173	1,423	0,1423
Utilitas Blok	20%	2,712	0,492	2,582	0,4992	0,786	0,1296	0,284	0,0264	0,838	0,1404	1,744	0,3272
Jarak Perpindahan (per tahun)	40%	1,36	0,5449	0,5535	0,2214	1,9272	0,7709	0,1587	0,0635	0,8083	0,3233	2,3363	0,9345
Ongkos <i>Material Handling</i> (per tahun)	30%	1,51	0,453	1,48	0,444	2,68	0,8046	2,15	0,6438	0,93	0,279	2,06	0,618
Totals	100%		1,611		1,261		1,945		1,031		0,987		2,044

4.4 ANALISIS HASIL

Dari keenam alternatif *layout* yang dibuat, hanya akan dipilih satu alternatif *layout* terbaik sebagai rancangan *layout* untuk gudang bahan baku yang baru PT. Central Diesel. *Layout* yang dipilih yaitu alternatif *layout* yang memberikan total skor tertinggi. Alternatif *layout* dengan skor tertinggi merupakan *layout* yang paling optimal.

Berdasarkan hasil perbandingan yang tersaji pada tabel 4.49 alternatif *layout* dengan nilai utilitas ruang tertinggi adalah layout VI, alternatif *layout* dengan utilitas blok tertinggi adalah layout IV, alternatif *layout* dengan jarak perpindahan terpendek adalah *layout* VIII, dan alternatif *layout* dengan OMH termurah adalah *layout* V. Jadi tidak ada alternatif *layout* yang memiliki nilai tertinggi pada semua parameter yang dipertimbangkan. Oleh karena itulah diperlukan adanya metode *weighted factor comparison* agar dapat menentukan manakah *layout* yang optimal berdasarkan bobot yang telah diberikan secara proporsional pada setiap parameternya.

Perhitungan pada Tabel 4.51 diperoleh bahwa alternatif *layout* yang menghasilkan total skor tertinggi adalah alternatif *layout* ke VIII dengan skor sebesar 2,044. Alternatif *layout* VIII memiliki nilai utilitas ruang yang dapat dikategorikan tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah dibandingkan dengan alternatif *layout* yang lain yaitu 40,27%, sehingga dapat dikatakan masih cukup baik. Untuk nilai utilitas bloknya, alternatif *layout* VIII masih sangat baik jika dilihat dari hasil persentasenya dan dibandingkan dengan alternatif *layout* lainnya yaitu 85,72%. Dalam parameter jarak perpindahan per tahun, alternatif *layout* VIII memiliki nilai yang terpendek yaitu 209.911 m, sehingga menghasilkan nilai rating yang tinggi pada perhitungan skornya. Meskipun alternatif *layout* VIII merupakan *layout* dengan jarak terpendek, akan tetapi tidak memiliki OMH yang terendah. Ongkos *material handling*nya merupakan nilai terendah ketiga setelah *layout* V dan VI yaitu sebesar Rp60.397.000,-,

108

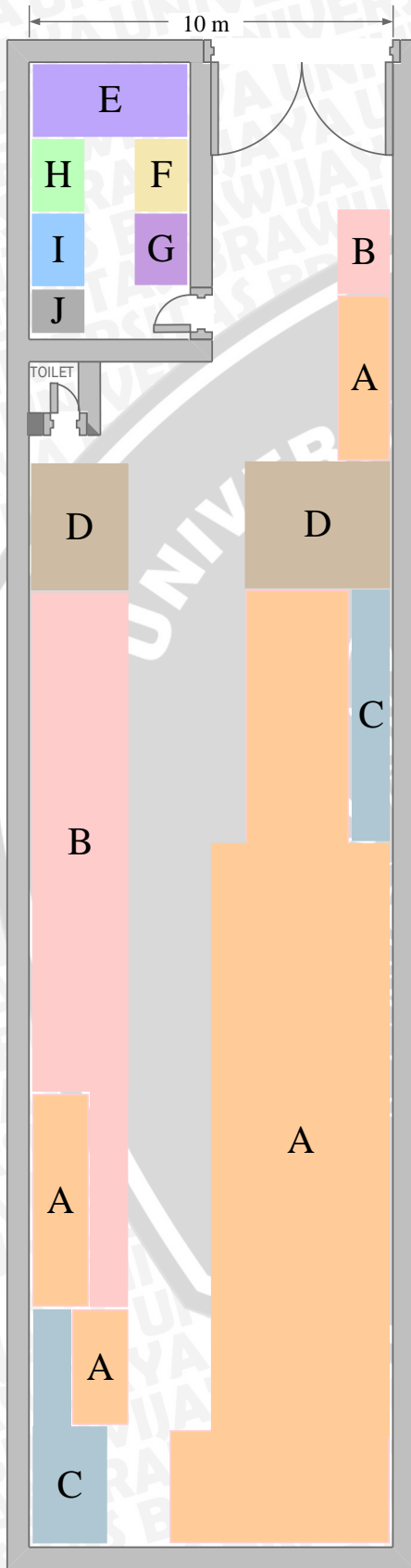
hanya selisih Rp27.000,- dari OMH yang termurah. Jadi alternatif *layout* VIII terpilih sebagai rancangan tata letak gudang bahan baku yang baru untuk PT. Central Diesel.



DAFTAR PUSTAKA

- Faharani, R.Z. & Hekmatfar M., 2009, *Facility Location*, Heidelberg: Springer-Verlag. https://books.google.co.id/books?id=a7JhwTwhveMC&pg=PA423&lpg=PA423&dq=dedicated+storage+policy&source=bl&ots=iEIfpgL7vS&sig=vECXKd_IKYw2_YnQAYJdcdU5DRM&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwig1ZjinezKAhVh2KYKHQuvALsQ6AEIStAI#v=onepage&q=dedicated%20storage%20policy&f=false. (diakses 16 Desember 2015)
- Harjono, R. & Prasetyawan, Y., 2010, *Perancangan Tata Letak Gudang untuk Meminimumkan Jumlah Produk yang Tidak Tertampung dalam Blok dan Efisiensi Aktivitas Perpindahan Barang Di Divisi Penyimpanan Produk Jadi PT. ISM Bogasari Flour Mills Surabaya*, Skripsi tidak dipublikasikan, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Harta, J., Amelia, N., & Sulistyowati, Y., 2014, *Evaluasi Ekspansi Gudang dan usulan Layout Gudang Bahan Baku Packaging Tissue*, Skripsi tidak dipublikasikan, Jakarta Barat: Universitas Binus.
- Heragu, S., 1996, *Facilities Design*, Boston: PWS Publishing Company.
- Karonsih, S.N., Setyanto, N.W., & Tantrika, C.F.M., 2013. Perbaikan Tata Letak Penempatan Barang di Gudang Penyimpanan Material Berdasarkan Class Based Storage Policy (Studi Kasus: Gudang Material PT. Filtrona Indonesia - Surabaya), *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri*, Vol 1 No 2.
- Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K.J., 2007, *Design and control of warehouse order picking: a literature review*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 182(2). Hlm: 481-501
- Kusiak, A., 2006, *Computational Intelligence In Design and Manufacturing*, New York: John Wiley and Sons, Inc. <https://books.google.co.id/books?id=w40LlzmhByIC&printsec=frontcover&dq=Andrew+Kusiak&hl=id&sa=X&ei=I1wnVYm4NIy0uATFzIHoCQ&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=Andrew%20Kusiak&f=false>. (diakses 10 Agustus 2015)
- Mulcahy, D.E., 1994, *Warehouse Distribution & Operation Handbook*, Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Pujawan, I. N., 2009, *Ekonomi Teknik Edidi Kedua*, Jakarta: Guna Widya.
- Sugiyono, 2010, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta.
- Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Tanchoco, J.M.A., 2003, *Facilities Planning, Third Edition*, Chichester: Wiley.
- Warman, J., 1988, *Manajemen Pergudangan*, Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Wignjosoebroto, S., 2009, *Tata Letak Pabrik dan Pindahkan Bahan Edisi Ketiga*, Surabaya: Guna Widya.





Keterangan:

- A : Zeropack
- B : Generator
- C : Engine
- D : Radiator
- E : Silencer
- F : Accu
- G : Toolkit
- H : Filter Udara
- I : Flexible
- J : Loose Part

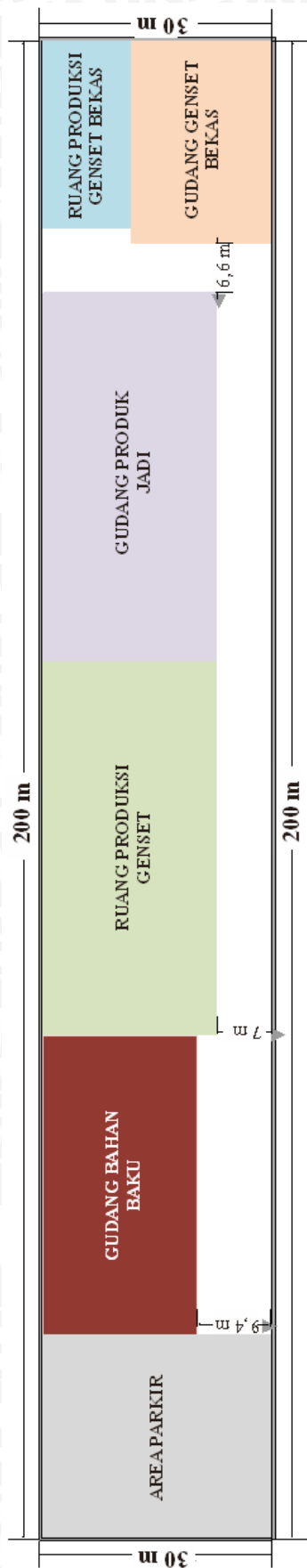
Lampiran 2 Data Penerimaan Material Tahun 2014

No	Material	Satuan	Bulan ke-												Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Zeropack 9 kVA	Unit	4	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2	11
2	Zeropack 13 kVA	Unit	2	2	0	0	0	2	0	0	5	0	0	11	
3	Zeropack 20 kVA	Unit	9	14	8	9	9	14	10	8	12	8	12	10	123
4	Zeropack 25 kVA	unit	2	4	2	2	4	4	2	2	2	3	1	1	29
5	Zeropack 30 kVA	unit	0	10	0	0	0	12	0	0	0	7	0	0	29
6	Zeropack 40 kVA	unit	3	1	0	3	3	1	2	2	3	1	2	0	21
7	Zeropack 45 kVA	unit	2	1	1	1	2	1	2	2	0	4	2	0	18
8	Zeropack 50 kVA	unit	0	2	1	2	1	1	1	0	0	0	4	0	12
9	Zeropack 60 kVA	unit	0	4	0	0	0	2	4	0	0	0	3	0	13
10	Zeropack 65 kVA	unit	0	0	4	0	0	4	0	3	0	0	2	0	13
11	Zeropack 80 kVA	unit	2	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	10
12	Zeropack 100 kVA	unit	0	4	0	0	0	5	8	0	0	5	0	0	22
13	Zeropack 135 kVA	unit	2	1	0	4	4	2	2	0	0	1	2	1	19
14	Zeropack 150 kVA	unit	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	12
15	Zeropack 200 kVA	unit	0	0	2	2	0	0	4	0	0	0	0	2	10
16	Zeropack 250 kVA	unit	10	8	8	12	6	5	5	8	11	4	2	7	86
17	Zeropack 350 kVA	unit	0	0	2	0	0	3	5	0	0	0	0	2	12
18	Zeropack 400 kVA	unit	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7
19	Zeropack 500 kVA	unit	2	0	0	4	0	4	0	0	2	2	0	0	14
20	Zeropack 650 kVA	unit	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	8
21	Zeropack 1000 kVA	unit	2	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	2	10
22	Zeropack 1250 kVA	unit	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	7
23	Generator 9 kVA	unit	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	9
24	Generator 13,5 kVA	unit	0	4	0	4	0	2	0	0	0	3	0	0	13
25	Generator 16 kVA	unit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
26	Generator 20 kVA	unit	8	16	11	9	9	18	13	8	8	16	8	9	133
27	Generator 22,5 kVA	unit	7	9	5	10	14	0	11	12	8	11	16	6	109
28	Generator 27,5 kVA	unit	15	5	5	0	3	3	3	1	2	2	0	0	39
29	Generator 30 kVA	unit	0	0	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	10
30	Generator 31,3 kVA	unit	2	2	0	2	2	1	0	0	0	2	0	0	11
31	Generator 42,5 kVA	unit	2	2	0	0	2	0	2	0	4	0	0	0	12
32	Generator 50 kVA	unit	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8
33	Generator 60 kVA	unit	2	0	0	0	2	3	0	3	0	3	0	0	13
34	Generator 62,5 kVA	unit	0	2	0	2	0	4	4	0	0	0	2	0	14
35	Generator 72,5 kVA	unit	0	0	0	2	0	0	0	4	0	4	0	0	10
36	Generator 80 kVA	unit	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	0	8
37	Generator 85 kVA	unit	6	8	5	5	6	8	5	5	0	7	5	2	62
38	Generator 100 kVA	unit	0	0	0	0	3	0	2	0	2	3	0	0	10
39	Generator 135 kVA	unit	2	0	2	0	0	2	2	0	0	2	1	0	11
40	Generator 140 kVA	unit	3	0	7	0	0	0	8	0	0	3	0	0	21
41	Generator 150 kVA	unit	0	2	0	0	2	2	0	0	4	0	0	0	10
42	Generator 160 kVA	unit	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	10
43	Generator 250 kVA	unit	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
44	Generator 350 kVA	unit	0	3	0	0	0	0	2	4	0	0	0	2	11
45	Generator 400 kVA	unit	4	0	0	3	3	0	0	0	1	0	1	0	12
46	Generator 500 kVA	unit	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	9
47	Engine 25 kVA	unit	8	16	11	9	9	18	13	15	15	16	8	9	147
48	Engine 30 kVA	unit	8	6	10	7	11	14	9	11	8	8	10	7	109
49	Engine 110 kVA	unit	5	8	3	6	6	11	5	2	2	7	8	2	65
50	Engine 140 kVA	unit	3	2	2	2	4	0	8	0	0	3	3	1	28
51	Engine 250 kVA	unit	0	0	0	0	3	0	2	0	2	3	0	0	10
52	Engine 500 kVA	unit	3	2	3	2	1	8	2	1	5	3	3	1	34
53	Engine 650 kVA	unit	4	2	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	11
54	Radiator 25 kVA	unit	8	16	11	9	9	18	13	15	15	16	8	9	147
55	Radiator 30 kVA	unit	8	6	10	7	11	14	9	11	8	8	10	7	109
56	Radiator 200 kVA	unit	0	0	0	0	3	0	2	0	2	3	0	0	10
57	Silencer 15/4	unit	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
58	Silencer 12/4	unit	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
59	Silencer 16/8	unit	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
60	Filter udara	unit	4	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	16
61	Toolkit	unit	108	114	78	84	96	114	108	78	66	114	78	54	1092
62	Loose part	unit	45	53	36	42	36	62	51	31	32	45	35	29	497
63	Accu 50 AH	unit	20	10	10	15	35	0	23	0	20	21	0	7	158
64	Accu 100 AH	unit	35	0	25	0	30	0	0	18	22	0	18	0	148
65	Flexible	unit	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	9

Lampiran 3 Data Pengeluaran Material Tahun 2014

No	Material	Satuan	Bulan												Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Zeropack 9 kVA	unit	0	1	3	0	0	0	0	2	0	0	2	2	10
2	Zeropack 13 kVA	unit	1	0	2	0	0	0	2	1	1	0	3	0	10
3	Zeropack 20 kVA	unit	6	10	8	6	10	10	14	8	9	11	7	15	114
4	Zeropack 25 kVA	unit	1	1	3	2	1	1	3	2	2	1	1	2	20
5	Zeropack 30 kVA	unit	2	0	8	0	0	0	8	0	0	0	0	10	28
6	Zeropack 40 kVA	unit	1	1	1	2	1	1	1	3	1	0	3	0	15
7	Zeropack 45 kVA	unit	2	1	3	2	1	1	5	0	1	4	3	1	24
8	Zeropack 50 kVA	unit	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	2	2	10
9	Zeropack 60 kVA	unit	0	1	3	0	0	1	1	1	2	0	0	2	11
10	Zeropack 65 kVA	unit	0	0	3	0	0	0	0	2	2	2	0	3	12
11	Zeropack 80 kVA	unit	0	1	0	1	0	4	0	0	0	2	2	0	10
12	Zeropack 100 kVA	unit	0	2	1	1	0	3	2	6	2	1	1	2	21
13	Zeropack 135 kVA	unit	0	1	1	0	5	1	4	0	0	2	1	2	17
14	Zeropack 150 kVA	unit	0	3	2	2	2	0	2	0	0	0	1	0	12
15	Zeropack 200 kVA	unit	0	1	1	2	1	0	1	1	0	1	0	1	9
16	Zeropack 250 kVA	unit	7	10	5	6	11	4	4	6	8	9	6	9	85
17	Zeropack 350 kVA	unit	0	0	2	0	0	0	2	4	0	0	0	0	8
18	Zeropack 400 kVA	unit	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	5
19	Zeropack 500 kVA	unit	0	1	0	0	4	0	0	4	0	0	3	0	12
20	Zeropack 650 kVA	unit	0	0	0	2	2	1	0	2	0	0	1	0	8
21	Zeropack 1000 kVA	unit	1	0	0	1	2	1	0	2	0	0	0	1	8
22	Zeropack 1250 kVA	unit	0	0	2	0	0	2	0	1	0	1	0	0	6
23	Generator 9 kVA	unit	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	2	7
24	Generator 13,5 kVA	unit	0	0	3	1	2	1	1	2	0	0	2	0	12
25	Generator 16 kVA	unit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	5	11
26	Generator 20 kVA	unit	5	8	16	9	9	9	18	10	11	8	16	11	130
27	Generator 22,5 kVA	unit	7	7	8	6	12	16	6	7	10	7	13	9	108
28	Generator 27,5 kVA	unit	5	6	4	1	1	5	1	1	1	10	0	2	37
29	Generator 30 kVA	unit	0	1	2	1	1	1	2	2	0	0	0	1	11
30	Generator 31,3 kVA	unit	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	8
31	Generator 42,5 kVA	unit	1	1	1	1	0	2	1	1	1	0	1	2	12
32	Generator 50 kVA	unit	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
33	Generator 60 kVA	unit	0	0	1	0	0	2	0	2	2	1	0	2	10
34	Generator 62,5 kVA	unit	0	0	2	0	2	0	3	1	3	0	0	1	12
35	Generator 72,5 kVA	unit	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	1	2	9
36	Generator 80 kVA	unit	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	7
37	Generator 85 kVA	unit	2	5	6	4	7	6	8	5	5	0	7	3	58
38	Generator 100 kVA	unit	0	0	0	0	1	1	1	1	0	3	1	0	8
39	Generator 135 kVA	unit	0	1	2	1	0	0	2	0	0	2	1	0	9
40	Generator 140 kVA	unit	0	2	1	0	6	0	0	4	2	2	2	1	20
41	Generator 150 kVA	unit	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	2	8
42	Generator 160 kVA	unit	0	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	4	9
43	Generator 250 kVA	unit	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	6
44	Generator 350 kVA	unit	0	0	2	0	1	0	0	1	2	2	1	1	10
45	Generator 400 kVA	unit	2	1	0	0	3	2	1	0	0	1	1	0	11
46	Generator 500 kVA	unit	0	2	1	0	0	0	2	2	0	0	0	1	8
47	Engine 25 kVA	unit	5	8	16	9	9	9	18	10	11	15	20	11	141
48	Engine 30 kVA	unit	8	4	7	10	5	13	12	6	10	8	11	10	104
49	Engine 110 kVA	unit	2	5	6	2	7	5	10	5	5	0	7	8	62
50	Engine 140 kVA	unit	2	1	1	0	4	3	5	3	2	2	1	1	25
51	Engine 250 kVA	unit	0	0	0	0	1	1	1	1	0	3	1	0	8
52	Engine 500 kVA	unit	1	2	3	1	1	2	4	3	4	2	2	2	27
53	Engine 650 kVA	unit	0	3	2	1	0	3	0	0	0	0	0	1	10
54	Radiator 25 kVA	unit	5	8	16	9	9	9	18	10	11	15	20	11	141
55	Radiator 30 kVA	unit	8	4	7	10	5	13	12	6	10	8	11	10	104
56	Radiator 200 kVA	unit	0	0	0	0	0	3	1	1	0	2	1	1	9
57	Silencer 15/4	unit	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
58	Silencer 12/4	unit	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
59	Silencer 16/8	unit	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
60	Filter udara	unit	0	0	3	0	6	2	2	0	1	1	0	0	15
61	Toolkit	unit	46	71	100	56	89	88	97	87	77	76	91	107	985
62	Loose part	unit	21	35	47	27	39	33	49	45	34	35	38	55	458
63	Accu 50 AH	unit	5	8	19	10	11	10	19	13	11	11	20	16	153
64	Accu 100 AH	unit	6	9	14	8	14	14	15	12	16	6	13	14	141
65	Flexible	unit	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7

Lampiran 4 *Layout* Pabrik Baru PT. Central Diesel



Lampiran 5 Pehitungan Jarak yang Ditempuh Setiap *Forklift* Per Tahun

Material	Jarak yang Ditempuh <i>Forklift</i> 1,5 Ton Per Bulan (m)					
	Layout III	Layout IV	Layout V	Layout VI	Layout VII	Layout VIII
Zeropack 9 kVA	52,398	54,462	37,042	28,938	51,056	48,264
Zeropack 13 kVA	52,398	54,462	37,042	28,938	51,056	48,264
Zeropack 20 kVA	288,33	354,669	308,553	309,12	473,13	237,426
Zeropack 25 kVA	130,995	103,71	92,605	127,405	93,405	107,285
Zeropack 30 kVA	157,194	124,452	111,126	86,814	112,086	95,928
Zeropack 40 kVA	104,796	82,968	74,084	101,924	109,964	85,828
Zeropack 45 kVA	104,796	82,968	74,084	101,924	109,964	85,828
Zeropack 50 kVA	52,398	54,462	37,042	28,938	51,056	48,264
Zeropack 60 kVA	78,597	81,693	55,563	76,443	82,473	72,396
Zeropack 65 kVA	78,597	81,693	55,563	43,407	82,473	72,396
Zeropack 80 kVA	52,398	54,462	37,042	50,962	51,056	48,264
Zeropack 100 kVA	104,796	82,968	74,084	57,876	94,512	85,828
Generator 9 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	66,644	40,046
Generator 13,5 kVA	78,597	62,226	55,563	76,443	82,473	72,396
Generator 16 kVA	52,398	41,484	37,042	50,962	51,056	48,264
Generator 20 kVA	315,79	388,447	337,939	338,56	518,19	339,342
Generator 22,5 kVA	260,87	320,891	279,167	383,743	428,07	348,479
Generator 27,5 kVA	209,592	165,936	148,168	115,752	219,928	127,904
Generator 30 kVA	52,398	54,462	37,042	50,962	51,056	48,264
Generator 31,3 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	45,788	40,046
Generator 42,5 kVA	52,398	41,484	37,042	51,408	51,056	48,264
Generator 50 kVA	60,476	54,814	44,87	63,248	66,644	66,736
Generator 60 kVA	78,597	62,226	55,563	76,443	76,584	72,396
Generator 62,5 kVA	78,597	62,226	55,563	77,112	82,473	72,396
Generator 72,5 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	45,788	40,046
Generator 80 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	66,644	54,084
Generator 85 kVA	288,189	228,162	203,731	159,159	205,491	175,868
Generator 100 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	45,788	40,046
Generator 135 kVA	52,398	54,462	37,042	50,962	51,056	48,264
Generator 140 kVA	104,796	82,968	74,084	57,876	109,964	85,828
Generator 150 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	66,644	40,046
Generator 160 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	45,788	40,046
Generator 250 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	66,644	66,736
Generator 350 kVA	52,398	54,462	37,042	50,962	51,056	48,264
Generator 400 kVA	52,398	54,462	37,042	51,408	51,056	48,264
Generator 500 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	66,644	40,046
Engine 25 kVA	343,25	422,225	367,325	368	349,85	291,225
Engine 30 kVA	260,87	320,891	279,167	279,68	237,177	348,479
Engine 110 kVA	164,76	202,668	176,316	176,64	252,396	83,28
Radiator 25 kVA	343,25	422,225	36732,5	368	349,85	272,15
Radiator 30 kVA	260,87	320,891	27916,7	279,68	399,627	348,479
Radiator 200 kVA	60,476	54,814	4487	63,248	45,788	40,046
Total	5025,345	5178,721	4388,73	4801,017	5609,444	4471,701
Total Jarak Bolak-balik	10050,69	10357,442	8777,46	9602,034	11218,888	8943,402
Total Dalam 1 Tahun	120608,28	124289,304	105329,52	115224,408	134626,656	107320,824

Material	Jarak yang Ditempuh <i>Forklift</i> 3,5 Ton Per Bulan (cm)					
	Layout III	Layout IV	Layout V	Layout VI	Layout VII	Layout VIII
Zeropack 135 kVA	104,796	82,968	74,084	57,876	109,964	85,828
Zeropack 150 kVA	52,398	54,462	37,042	28,938	23,882	48,264
Zeropack 200 kVA	78,597	81,693	55,563	43,407	82,473	47,355
Zeropack 250 kVA	219,68	270,224	235,088	235,52	336,528	347,36
Zeropack 350 kVA	52,398	54,462	37,042	50,962	51,056	57,486
Zeropack 400 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	61,196	65,028
Engine 140 kVA	157,194	124,452	111,126	86,814	112,086	95,928
Engine 250 kVA	60,476	54,814	44,87	63,12	66,644	54,084
Engine 500 kVA	157,194	124,452	111,126	86,814	112,086	95,928
Engine 650 kVA	52,398	54,462	37,042	51,408	51,056	57,486
Total	995,607	956,803	787,853	767,979	1006,971	954,747
Total Jarak Bolak-balik	1991,214	1913,606	1575,706	1535,958	2013,942	1909,494
Total Dalam 1 Tahun	23894,568	22963,272	18908,472	18431,496	24167,304	22913,928

Material	Jarak yang Ditempuh <i>Forklift</i> 7 Ton Per Bulan (cm)					
	Layout III	Layout IV	Layout V	Layout VI	Layout VII	Layout VIII
Zeropack 500 kVA	60,476	54,814	44,87	28,38	61,196	65,028
Zeropack 650 kVA	60,476	54,814	44,87	63,248	61,196	65,028
Zeropack 1000 kVA	60,476	54,814	44,87	63,248	61,196	65,028
Zeropack 1250 kVA	60,476	54,814	44,87	63,248	61,196	65,028
Total	241,904	219,256	179,48	218,124	244,784	260,112
Total Jarak Bolak-balik	483,808	438,512	358,96	436,248	489,568	520,224
Total Dalam 1 Tahun	5805,696	5262,144	4307,52	5234,976	5874,816	6242,688

