

PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS LINI PRODUKSI GASKET KULKAS DI PT.Z

Andreas Kurniawan Surya Anggono
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Esa Unggul, Jakarta
Jalan Arjuna Utara Nomor 9, Kebon Jeruk, Jakarta Barat - 11510

Abstract

The layout of the production line facilities is one of the initial design of the production lines. The layout of the facility needs to be well designed, so that the production flow can run effectively and efficiently. PT.Z, is a developing wash machine spare part supplier company. Its development make this company want to make a new product namely refrigerator gasket. This research was conducted by PT.Z, which has not been used anymore for the production of washing machine spare part. The building has an area of 630,85 m² and a production line area of 291,37 m² which will be used for new refrigerator gaskets products. Layout design using Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), calculating distance between machines and distance methods, calculating Material Handling Cost and providing two alternative proposals with each alternative using two production streams that the different is expected to be able to overcome the initial problems faced by PT.Z.

Keywords : designing facility layout, ARC, ARD, aisle distance, OMH

Abstrak

Tata letak fasilitas lini produksi merupakan salah satu hal yang paling dasar dalam perancangan awal lini produksi. Tata letak fasilitas perlu dirancang dengan baik, agar aliran produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. PT.Z, merupakan sebuah perusahaan *supplierspare part* mesin cuci yang sedang berkembang. Perkembangannya membuat perusahaan ini ingin membuat produk baru yaitu gasket kulkas. Penelitian ini dilaksanakan di pabrik lama PT.Z yang selama ini lokasi tersebut tidak digunakan lagi untuk produksi *spare part* mesin cuci. Bangunan seluas 630,85 m² dan luas lini produksi 291,37 m² yang akan digunakan untuk produk baru gasket kulkas. Perancangan tata letak dengan menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), perhitungan jarak antar mesin dengan metode *aisle distance*, menghitung Ongkos Material Handling (OMH) dan memberikan dua usulan alternatif dengan masing-masing alternatif menggunakan dua aliran produksi yang berbeda diharapkan mampu mengatasi permasalahan awal yang dihadapi PT.Z.

Kata kunci : perancangan tata letak fasilitas, ARC, ARD, aisle distance, OMH

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat besar dampaknya terhadap setiap proses kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan. Hal tersebut mengharuskan perusahaan mampu bersaing dan memperluas bisnisnya agar unggul dalam persaingan pasar. Di dalam perusahaan terdapat fasilitas-fasilitas, ruangan-ruangan, dan mesin-mesin yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Perancangan tata letak fasilitas menjadi hal yang sangat penting untuk menentukan keterkaitan dan kedekatan antar fasilitas, ruangan dan mesin.

PT.Z merupakan sebuah perusahaan *supplier spare part* mesin cuci yang memproduksi beraneka ragam *gear box* mesin cuci dan *spare part* mesin cuci yang terbuat dari bahan plastik. PT. Z memiliki keinginan untuk melakukan penambahan jenis produk baru yaitu gasket kulkas. PT.Z memiliki dua lokasi pabrik, untuk area produksi gasket kulkas akan memanfaatkan lokasi pabrik lama

yang kosong, karena sebelumnya digunakan untuk area produksi *spare part* mesin cuci yang sudah dipindahkan ke pabrik baru.

Langkah awal untuk membuat area produksi baru yang efektif dan efisien adalah merancang tata letak mesin-mesin yang akan digunakan di area produksi. Tata letak fasilitas berhubungan erat dengan perubahan input dan output. Berbagai macam pemborosan dapat terjadi pada proses produksi yang disebabkan oleh tata letak fasilitas yang tidak baik. Hal ini yang menjadi masalah awal yang dihadapi PT. Z untuk produk gasket kulkas di area pabrik lama. Peletakan mesin, jarak antar mesin dan aliran produksi yang tidak baik akan berdampak pada biaya perpindahan produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan perancangan tata letak fasilitas yang baik untuk mengatur jalur lalu lintas material atau produk yang lebih sesuai, sehingga dapat meminimalkan jarak dan ongkos *material handling*.

Salah satu cara untuk mendapatkan usulan tata letak yang efektif dan efisien yaitu dengan menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), menghitung jarak antar mesin, aliran proses produksi dan menghitung Ongkos *Material Handling* (OMH). Kelima hal ini diharapkan mampu memecahkan persoalan yang sedang dihadapi PT.Z seperti menentukan aliran proses produksi, menghitung jarak material handling, menghitung ongkos material handling, menentukan kedekatan tiap mesin dengan mesin lainnya atau dengan ruang yang berkaitan dalam proses produksi gasket kulkas, dan memberi usulan *layout* yang baik untuk lini produksi gasket kulkas.

Berdasarkan hasil pengamatan pada pabrik lama PT.Z, didapat permasalahan awal mengenai penataan lini produksi karena perusahaan tersebut merupakan perusahaan yang baru pertama kali ingin memproduksi gasket kulkas. Ketidaktahuan PT.Z dalam menentukan aliran proses produksi pembuatan gasket kulkas, ketidaktahuan dalam meletakkan setiap mesin yang saling berkaitan pada setiap prosesnya, ketidaktahuan jarak yang akan ditempuh material handling dari satu tempat ke tempat lain, dan ketidaktahuan ongkos yang akan dikeluarkan dalam menggunakan material handling dapat membuat proses produksi tidak berjalan secara efektif dan efisien.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan penelitian, antara lain:

1. Perancangan *layout* hanya untuk pabrik lama dengan kondisi luas area sudah ada.
2. Penelitian hanya difokuskan pada tata letak lini produksi gasket kulkas dengan perhitungan jarak dan biaya *material handling*.
3. *Tools* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *Activity Relationship Diagram* (ARD).

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kapasitas produksi gasket kulkas di PT.Z, dan menentukan rancangan *layout* pada lini produksi gasket kulkas yang efektif dan efisien.

Metode Penelitian

Untuk memperoleh data yang diperlukan maka dilakukan pengamatan secara langsung di pabrik lama PT.Z dengan mengukur area pabrik secara keseluruhan, mengukur area produksi, mengukur area gudang bahan baku, mengukur area gudang barang jadi, mengukur dimensi mesin-mesin yang akan digunakan untuk memproduksi gasket kulkas, dan melakukan wawancara tentang proses produksi pembuatan gasket kulkas ke pihak manajemen dan pihak terkait yaitu teknisi dari tempat pembelian mesin gasket.

Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan beberapa metode pengolahan data dengan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut: membuat *Operasional Proses Chart* (OPC), mengumpulkan data mesin yang akan digunakan, menentukan luas lantai produksi, membuat *Activity Relationship Chart* (ARC), membuat lembar kerja diagram keterkaitan aktivitas, membuat rancangan usulan alternatif pertama dengan membuat *Activity Relationship Diagram* (ARD), membuat *layout* lini produksi pertama, menghitung jarak perpindahan material dengan menggunakan metode *aisle distance* untuk aliran tipe A, menghitung Ongkos *Material Handling* (OMH) untuk aliran tipe A, menghitung jarak perpindahan material dengan aliran tipe B, menghitung OMH untuk aliran tipe B, membuat rancangan usulan alternatif kedua dengan membuat *Activity Relationship Diagram* (ARD), membuat *layout* lini produksi kedua, menghitung jarak perpindahan material dengan menggunakan metode *aisle distance* untuk aliran tipe A, menghitung Ongkos *Material Handling* (OMH) untuk aliran tipe A, menghitung jarak perpindahan material dengan aliran tipe B, menghitung OMH untuk aliran tipe B, membuat perbandingan rancangan usulan alternatif pertama aliran tipe A dan B dengan rancangan usulan alternatif kedua aliran tipe A dan B.

Hasil dari pengolahan data dilakukan analisa sehingga dapat diketahui rancangan usulan alternatif yang efektif dan efisien dalam penataan lini produksi. Dari hasil analisa maka akan diperoleh kesimpulan rancangan usulan alternatif yang dipilih untuk tata letak lini produksi di pabrik lama PT.Z, yaitu dengan memilih jarak terdekat dengan Ongkos *Material Handling* yang murah sehingga dapat menghasilkan tata letak yang efisien dan efektif.

Hasil dan Pembahasan Data Hari Kerja

Sebagai langkah awal dalam memproduksi gasket kulkas di PT.Z yang berlokasi di pabrik lama inimemiliki jam kerja normal pada umumnya yaitu sebagai berikut.

- Jumlah jam dalam 1 hari = 8 jam kerja (08.00-17.00) dengan waktu istirahat 1 jam (12.00-13.00)
- Jumlah hari kerja 1 minggu = 5 hari
- Jumlah hari kerja 1 bulan = 20 hari.

Bahan Baku Yang Digunakan

Bahan baku yang digunakan di PT.Z untuk memproduksi gasket kulkas dapat dilihat pada Tabel 1.

Selain bahan baku *PVC Compound*, terdapat material lainnya yaitu *magnetic strip* dengan ukuran 100 meter per *roll* yang digunakan untuk menempelkan gasket ke pinggir kulkas ketika di *assembly*

nanti.

Tabel 1.
Bahan Baku Gasket Kulkas

No.	Nama Bahan Baku	Jenis Bahan Baku	Ukuran Pakai
1.	PVC Compound	Polyvinyl Chloride PVC (white)	25 kg
2.	PVC Compound	Polyvinyl Chloride PVC (grey)	25 kg

Mesin yang Digunakan

Selain bahan baku PVC Compound, terdapat material lainnya yaitu *magnetic strip* dengan ukuran 100 meter per *roll* yang digunakan untuk menempelkan gasket ke pinggir kulkas ketika di *assembly* nanti.

Perhitungan Jumlah Karyawan Lini Produksi

Penentuan jumlah karyawan disesuaikan dengan kesulitan dan kebutuhan setiap mesin yang dioperasikannya atau sesuai dengan kegiatan yang dilakukannya. Adapun penentuan jumlah karyawan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2.
Mesin Yang Digunakan

No.	Jenis Mesin	Jumlah Mesin	Dimensi Mesin (m)	
			Panjang	Lebar
1.	Extruder Gasket	1	3,8	1,65
2.	Cooling Water	1	7,53	0,5
3.	Chiller	1	2,8	0,85
4.	Straight Cutting	1	1,47	0,8
5.	Angle Cutting & Magnetting	1	5	1,4
6.	Crusher Machine	1	1	0,7
7.	Mixing Machine	1	1	0,7
8.	Welding Machine	4	2,2	2,1
9.	Tanki Water	1	1,5	1,5
10.	Cleaning Table	1	2	1,5
11.	Lift	1	2,5	2,5

Tabel 3.
Jumlah karyawan Lini Produksi

No.	Lokasi	Jumlah Karyawan
1.	Extruder Gasket	1
2.	Cooling Water	
3.	Chiller	
4.	Straight Cutting	1
5.	Angle Cutting & Magnetting	1
6.	Crusher Machine	1
7.	Mixing Machine	
8.	Welding Machine	4
9.	Cleaning Table	1
10.	Packing Area	1
11.	Quality Control	1
12.	Maintenance	1
13.	GBJ	
14.	GBB	1
15.	Area loading	
16.	Lift	
Total		13

Perhitungan Bahan Baku

1. PVC Compound

Setiap panjang gasket 2000 mm memiliki berat 230 gram. Untuk 1 Karung PVC Compound memiliki berat 25 kg atau 25000 gram, maka:

- Jumlah proses untuk mencapai 1 karung.

$$\begin{aligned} \text{Proses untuk mencapai 1 karung} &= \frac{\text{berat 1 karung}}{\text{berat per 2000 mm}} \\ \text{Proses untuk mencapai 1 karung} &= \frac{25000 \text{ gram}}{230 \text{ gram}} \\ \text{Proses untuk mencapai 1 karung} &= 108,695 \approx 108,7 \end{aligned}$$

Maka jumlah proses untuk mencapai 1 karung adalah 108,7 proses.

- Panjang 1 karung PVC Compound

$$\begin{aligned} \text{Panjang 1 karung PVC Compound} &= \frac{\text{Jumlah}}{\text{Proses}} \times 2000 \text{ mm} \\ \text{Panjang 1 karung PVC Compound} &= 108,7 \times 2000 \text{ mm} \\ \text{Panjang 1 karung PVC Compound} &= 217400 \text{ mm} \\ \text{Panjang 1 karung PVC Compound} &= 217,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka panjang 1 karung PVC Compound adalah 217400 mm atau 217,4 meter.

2. Frame Gasket

Dipilih karena permintaan awal dari *customer*. Tabel 4 merupakan perhitungan untuk 1 *frame* gasket.

Tabel 4.
Perhitungan 1 Frame Gasket

Gasket	Dimensi Drawing + Tambahan (mm)	Jumlah 1 Frame (pcs)	Total Dimensi (mm)
Panjang	1281,3 + 6	2	2574,6
Lebar	514,3 + 6	2	1040,6
Total 1 Frame Gasket			3615,2

Catatan:

Dimensi tambah diberikan untuk *welding* dan penyusutan sebesar 6 mm.

Setelah mengetahui total panjang yang dihasilkan dalam 1 karung PVC Compound dan mengetahui total panjang 1 *frame* gasket, maka tahap berikutnya adalah menghitung total *frame* yang dapat dihasilkan dengan 1 karung PVC

Compound dengan perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Total\ frame = \frac{total\ panjang\ yang\ dihasilkan\ 1\ karung}{total\ panjang\ 1\ frame\ gasket}$$

$$Total\ frame = \frac{217400\ mm}{3615,2\ mm}$$

$$Total\ frame = 60,1 \approx 60$$

Maka total frame yang diperoleh adalah 60 frame.

Perhitungan Kapasitas Welding Machine

Setiap 1 titik sambungan, operator membutuhkan waktu 1 menit. Sedangkan 1 frame gasket memiliki 4 titik sambungan. Jadi, 1 welding machine mampu membuat 1 frame gasket selama 4 menit. Namun terdapat aktivitas lainnya pada welding machine. Pada Tabel 5 merupakan perhitungan waktu pada welding machine.

Tabel 5.
Perhitungan Waktu Welding Machine

Proses	Waktu (detik)
Welding	240
Cleaning table	45
Packing	15
Total	300 detik atau 5 menit

Untuk perhitungan kapasitas dari welding machine adalah sebagai berikut.

1 Hari bekerja adalah 8 jam = 480 menit.

$$1\ welding\ machine = \frac{Total\ waktu\ bekerja}{Total\ waktu\ proses}$$

$$1\ welding\ machine = \frac{480\ menit}{5\ menit}$$

$$1\ welding\ machine = 96$$

Maka untuk 1 welding machine dapat diperoleh 96 frame gasket. Karena memiliki 4 welding machine, maka jumlah frame yang dihasilkan adalah:

$$96\ frame \times 4\ mesin = 384\ frame$$

Sehingga kapasitas welding machine adalah 3 frame gasket dalam 1 hari.

Perhitungan Kapasitas Mesin Extruder Gasket

Standar pengaturan mesin extruder gasket adalah 7 meter/menit. Sehingga perhitungan untuk memenuhi 384 frame gasket dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.
Kapasitas Mesin Extruder Gasket

No.	Jumlah Karung	Waktu (menit)	Panjang Gasket (meter)	Hasil (frame)
1	1	31,05	217,4	60
2	1	31,05	217,4	60
3	1	31,05	217,4	60
4	1	31,05	217,4	60
5	1	31,05	217,4	60
6	1	31,05	217,4	60
7	0,4	12,42	86,96	24
Total	6,4	198,72	1391,36	384

Kecepatan mesin extruder = 7 meter/menit. Berarti selama 1 jam mengoperasikan mesin extruder, dapat menghasilkan 420 meter. Perhitungan untuk mencari waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan 1 karung adalah sebagai berikut.

$$1\ karung = \frac{1\ jam\ panjang\ yang\ mesin \times\ dihasilkan\ extruder}{panjang\ yang\ dihasilkan\ selama\ 1\ jam\ mesin\ extruder}$$

$$1\ karung = \frac{60\ menit \times 217,4\ meter}{420\ meter}$$

$$1\ karung = \frac{13044}{420}\ menit$$

$$1\ karung = 31,05\ menit$$

Setelah menghabiskan 6 karung, maka jumlah yang didapat hanyalah 360 frame. Berarti untuk mencapai 384 frame masih memiliki kekurangan sebanyak 24 frame.

Perhitungan untuk jumlah karung terakhir yang dibutuhkan untuk mencapai 384 frame adalah sebagai berikut.

$$karung\ terakhir = \frac{1\ karung \times\ jumlah\ frame\ yang\ kurang}{frame\ yang\ dihasilkan\ dari\ 1\ karung}$$

$$karung\ terakhir = \frac{1\ karung \times 24\ frame}{60\ frame}$$

$$karung\ terakhir = \frac{24}{60}\ karung$$

$$karung\ terakhir = 0,4\ karung$$

Sehingga perhitungan waktu terakhir yang dibutuhkan untuk mencapai 384 frame adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{waktu terakhir} &= \frac{\text{karung terakhir} \times \text{waktu yang dibutuhkan}}{1 \text{ karung}} \\ \text{waktu terakhir} &= \frac{0,4 \text{ karung} \times 31,05 \text{ menit}}{1 \text{ karung}} \\ \text{waktu terakhir} &= \frac{12,42}{1} \text{ menit} \\ \text{waktu terakhir} &= 12,42 \text{ menit} \end{aligned}$$

Sehingga untuk memenuhi pembuatan 384 *frame* gasket, maka mesin *extruder* membutuhkan 6,4 karung dengan waktu 198,72 menit atau 3 jam 18 menit.

Ongkos Material Handling (OMH)

1. Ongkos *material handling* dengan tenaga manusia

$$\begin{aligned} \text{Upah operator} &= \frac{\text{Upah Minimum Regional Tangerang 2019}}{\text{Jumlah hari kerja} \times \text{jam kerja per hari dalam detik}} \\ \text{Upah operator} &= \frac{\text{Rp. 4.000.000}}{20 \times 8 \times 36000 \text{ detik}} \\ \text{Upah operator} &= \text{Rp. 6,9444/detik} \end{aligned}$$

Maka ongkos *material handling* dengan menggunakan tenaga manusia adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{OMH manusia} &= \text{Upah operator} \times 3 \text{ detik/meter} \\ \text{OMH manusia} &= \text{Rp. 6,9444} \times 3/\text{meter} \\ \text{OMH manusia} &= \text{Rp. 20,8332/meter} \end{aligned}$$

1. Ongkos *material handling* dengan menggunakan hand pallet

Harga *hand pallet* dengan kemampuan angkut 2 ton didapat dari wawancara dengan pihak manajemen. Maka perhitungan untuk harga *hand pallet* per detik adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Harga beli hand pallet}}{\text{waktu ekonomis} \times 1 \text{ tahun} \times \text{jumlah hari kerja} \times \text{jam kerja dalam detik}} \\ &= \frac{\text{Rp. 2.900.000}}{5 \text{ tahun} \times 12 \text{ bulan} \times 20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}} \\ &= \text{Rp. 0,0839/detik} \end{aligned}$$

Sehingga ongkos *material handling* dengan menggunakan *hand pallet* adalah sebagai berikut.

$$\text{OMH hand pallet} = \text{Upah operator} + \left(\frac{\text{Harga hand pallet} \times 5 \text{ detik/meter}}{\text{detik}} \right)$$

$$\text{OMH hand pallet} = 20,8332 + (0,0839 \times 5)$$

$$\text{OMH hand pallet} = \text{Rp. 20,8332} + \text{Rp. 0,4195}$$

$$\text{OMH hand pallet} = \text{Rp. 21,2527/meter}$$

2. Ongkos *material handling* dengan menggunakan lift barang

Harga *lift* dengan kemampuan angkut 2 ton didapat dari wawancara dengan pihak manajemen. Maka perhitungan untuk harga *lift* barang per detik adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Harga beli lift}}{\text{waktu ekonomis} \times 1 \text{ tahun} \times \text{jumlah hari kerja} \times \text{jam kerja dalam detik}} \\ &= \frac{\text{Rp. 130.000.000}}{15 \text{ tahun} \times 12 \text{ bulan} \times 20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}} \\ &= \text{Rp. 1,2538/detik} \end{aligned}$$

Sehingga ongkos *material handling* dengan menggunakan *lift* barang adalah sebagai berikut.

$$OMH_{lift} = \text{Upah operator} + \left(\frac{\text{Harga lift barang} \times 5}{\text{detik per meter}} \right)$$

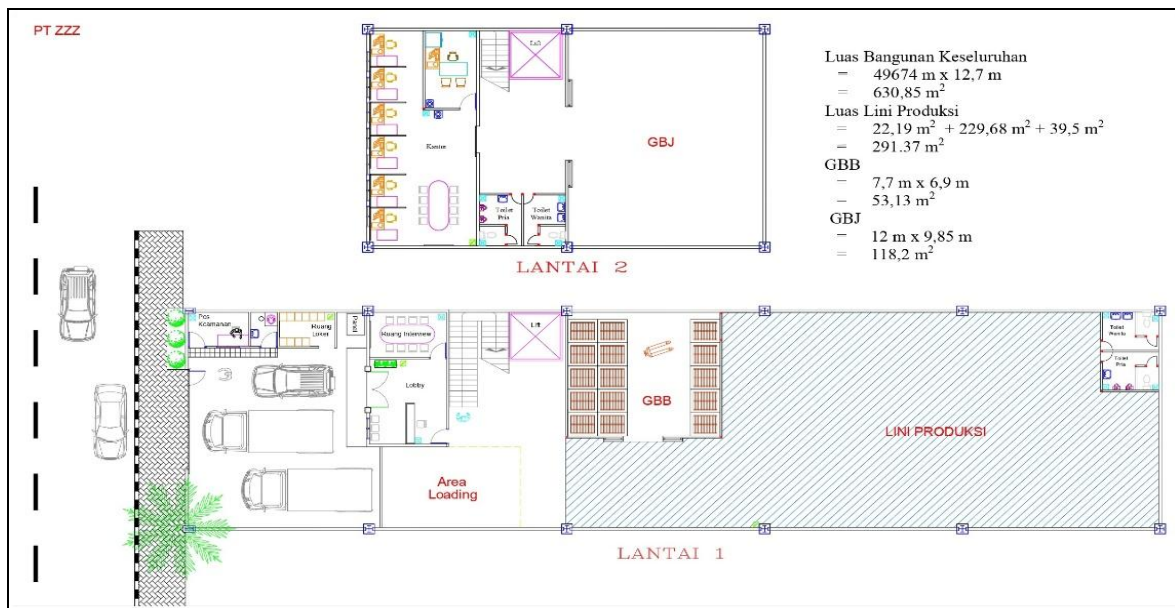
$$OMH_{lift} = 20,8332 + (1,2538 \times 5)$$

$$OMH_{lift} = \text{Rp. } 20,8332 + \text{Rp. } 6,269$$

$$OMH_{lift} = \text{Rp. } 27,1022/\text{meter}$$

Layout Bangunan Pabrik Lama PT.Z

Sebagian besar *layout* bangunan pabrik lama PT.Z tidak dapat diubah letaknya, seperti Gudang Barang Jadi (GBJ), Gudang Bahan Baku (GBB), toilet, *lift*, *lobby*, *loading area*, tangga, dan kantor. Area yang dapat diubah hanya lini produksi yaitu dengan cara mengubah tata letak mesin yang akan digunakan untuk produksi gasket kulkas dengan ketentuan tidak melebihi area produksi yang sudah ada. Gambar 1 adalah *layout* pabrik lama PT. Z.



Gambar 1.
Layout Pabrik Lama PT.Z

Luas Lantai Produksi

Luas lantai produksi adalah luas lantai yang digunakan untuk proses produksi dari awal hingga akhir. Tabel 7 merupakan perhitungan luas lantai yang digunakan untuk produksi gasket kulkas.

Tabel 7.
Luas Lantai Mesin

Mesin	Jumlah Mesin (pcs)	Ukuran (m)		Luas Mesin (m ²)	Luas Seluruh Mesin (m ²)	Allowance (%)	Luas Allowance (m ²)	Total Luas LantaiMesin (m ²)
		p	L					
Extruder Gasket	1	3,8	1,65	6,27	6,27	125%	7,8375	14,1075
Cooling Water	1	7,53	0,5	3,765	3,765	125%	4,7062	8,47125
Chiller	1	2,8	0,85	2,38	2,38	125%	2,975	5,355
Straight Cutting	1	1,47	0,8	1,176	1,176	125%	1,47	2,646
Angle Cutting & Magnetizing	1	5	1,4	7	7	125%	8,75	15,75
Crusher Machine	1	1	0,7	0,7	0,7	125%	0,875	1,575
Mixing Machine	1	1	0,7	0,7	0,7	125%	0,875	1,575
Tanki Water	1	1,5	1,5	2,25	2,25	125%	2,8125	5,0625
Welding Machine	4	2,2	2,1	4,62	18,48	125%	23,1	41,58
Cleaning Table	1	2	1,5	3	3	125%	3,75	6,75
Luas Total								102,87225

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh total luas lantai mesin secara keseluruhan adalah sebesar 102,87225m².

Untuk rincian perhitungan mesin *extruder* gasket pada Tabel 7 dapat dijelaskan sebagai berikut.

– Luas SeluruhMesinExtruder Gasket

Dengan persamaan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Luas Seluruh Mesin} = \text{Jumlah Mesin} \times (\text{Panjang Mesin} \times \text{Lebar Mesin})$$

$$\text{Luas Seluruh Mesin Extruder Gasket} = 1 \times (3,8 \times 1,65) = 6,27$$

– Luas Allowance Mesin Extruder Gasket

Nilai *allowance* ditentukan sebesar 125% yang didapat dari persetujuan dari pihak manajemen dan dari pengamatan langsung di lini produksi. Perhitungan *allowance* adalah sebagai berikut.

$$\text{Luas Allowance} = \frac{\%}{100} \times \frac{\text{Luas Mesin}}{\text{Seluruh}}$$

$$\frac{\text{Luas Allowance}}{\text{Mesin Extruder Gasket}} = 125\% \times 6,27 = 7,8375$$

– Total Luas Lantai Mesin Extruder Gasket

Dengan persamaan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Total Luas Lantai Mesin} = \text{Luas Mesin} + \text{Luas Allowance}$$

$$\text{Total Luas Lantai Mesin Extruder Gasket} = 6,27 + 7,8375$$

$$\text{Total Luas Lantai Mesin Extruder Gasket} = 14,1075$$

Luas lantai produksi di PT.Z tidak hanya luas lantai mesin, tetapi juga terdapat *cooling air area* dan *packing area*, dengan data luas lantai area dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8.
Luas Lantai Area

Nama Area	Jumlah Area	Ukuran (m)		Luas Area (m ²)	Luas Seluruh Area (m ²)
		P	L		
Cooling Air Area	1	4,5	2,93	13,185	13,185
Packing Area	1	3,5	3,5	12,25	12,25
Luas Total					25,435

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa total luas lantai area *cooling air area* dan *packing area* adalah sebesar 25,435m².

Sehingga total luas lantai produksi di pabrik lama PT.Z adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \text{Luas Lantai Mesin} + \text{Luas Lantai Area} \\ &= 102,87225\text{m}^2 + 25,435\text{m}^2 \\ &= 128,30725\text{m}^2 \end{aligned}$$

Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) merupakan suatu alat yang digunakan untuk perencanaan tata letak untuk menentukan keterkaitan antara mesin yang satu dengan mesin yang lain dan menentukan keterkaitan antara proses satu dengan proses yang lain yang saling berhubungan dalam lini produksi.

Pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) menggunakan beberapa simbol yang memiliki arti masing-masing. Adapun arti simbol dari derajat hubungan sebagai berikut.

- A = Mutlak perlu didekatkan
- E = Sangat penting untuk didekatkan
- I = Penting untuk didekatkan
- O = Cukup/biasa
- U = Tidak penting
- X = Tidak dikehendaki berdekatan

Setiap simbol juga memiliki warna khusus. Berikut adalah warna setiap simbol yang digunakan dalam membuat *Activity Relationship Chart* (ARC).

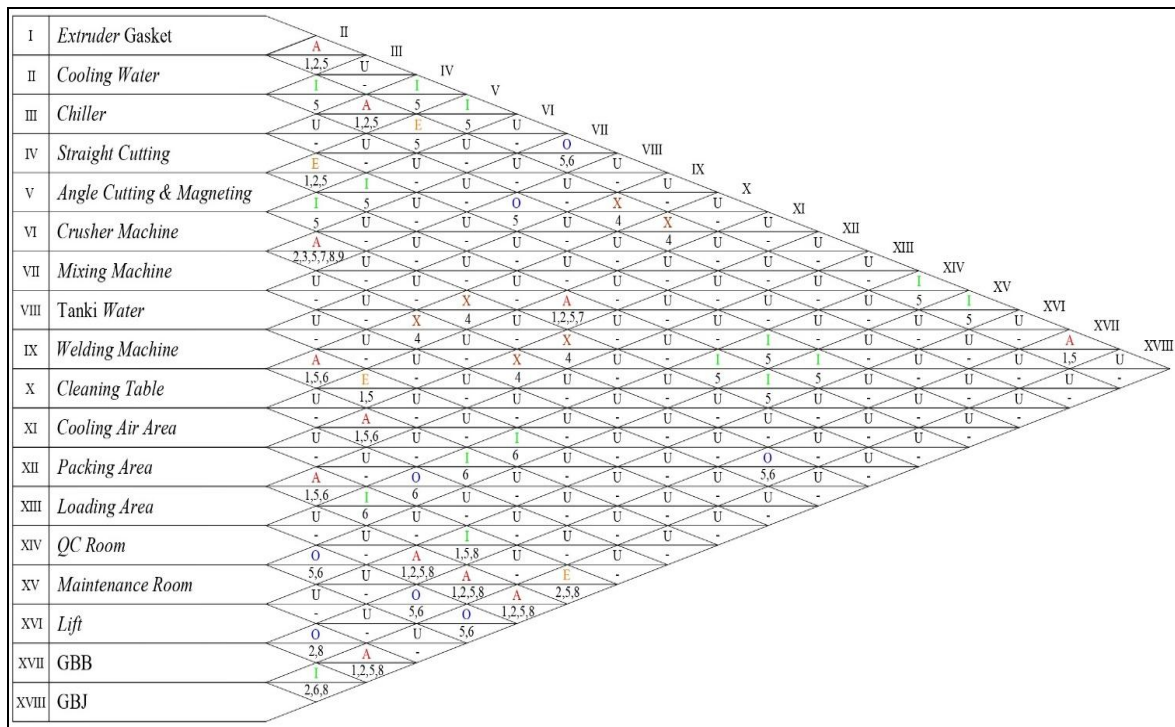
- Simbol A berwarna merah
- Simbol E berwarna orange
- Simbol I berwarna hijau
- Simbol O berwarna biru
- Simbol U tanpawarna
- Simbol X berwarna coklat

Selain simbol dan warna simbol, pada saat pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) harus disertai dengan alasan kedekatan seperti yang tertera pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9.
Alasan kedekatan

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Urutan aliran kerja
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	Menggunakan area yang sama
4	Mengotori produk dan membahayakan
5	Proses kerja berhubungan
6	Pencatatan data yang berhubungan
7	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Memiliki tingkat kebisingan yang sama

Pada Gambar 2 dapat dilihat *Activity Relationship Chart* (ARC) dari lini produksi gasket di PT.Z.



Gambar 2.
Activity Relationship Chart (ARC) Lini Produksi Gasket PT. Z

Rancangan Usulan Layout dan Perhitungan Ongkos Material Handling (OMH)

Usulan layout bertujuan untuk memberi usulan berupa alternatif-alternatif layout kepada perusahaan mengenai tata letak suatu mesin, ruang, area, dan aliran produksi di lini produksi gasket kulkas. Tata letak akan mempengaruhi jarak antar mesin, jarak antar ruang, jarak antar area, dan aliran produksi yang akan berdampak langsung pada ongkos perpindahan material. Semakin panjang jarak yang ditempuh suatu material dari mesin satu ke mesin lainnya, maka semakin mahal biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan. Berikut adalah rancangan usulan-usulan layout, antara lain:

1. Alternatif pertama dengan aliran A
2. Alternatif pertama dengan aliran B
3. Alternatif kedua dengan aliran A
4. Alternatif kedua dengan aliran B

Rancangan Usulan Alternatif Pertama

Setelah membuat Activity Relationship Chart (ARC) dan membuat lembar kerja diagram keterkaitan aktivitas, maka tahap berikutnya adalah membuat Activity Relationship Diagram (ARD) dengan cara mendekatkan letak mesin satu dengan mesin yang lain sesuai dengan simbol derajat kedekatannya, dimulai dari A, E, I, O, dan X. Gambar 3 merupakan Activity Relationship Diagram (ARD)

dari rancangan usulan alternatif pertama.

Sedangkan pada Gambar 4 merupakan rancangan layout usulan alternatif pertama berdasarkan Activity Relationship Diagram (ARD) pada Gambar 3 yang sudah disusun sesuai dengan derajat keterkaitan tiap mesin, tiap ruangan dan tiap area.

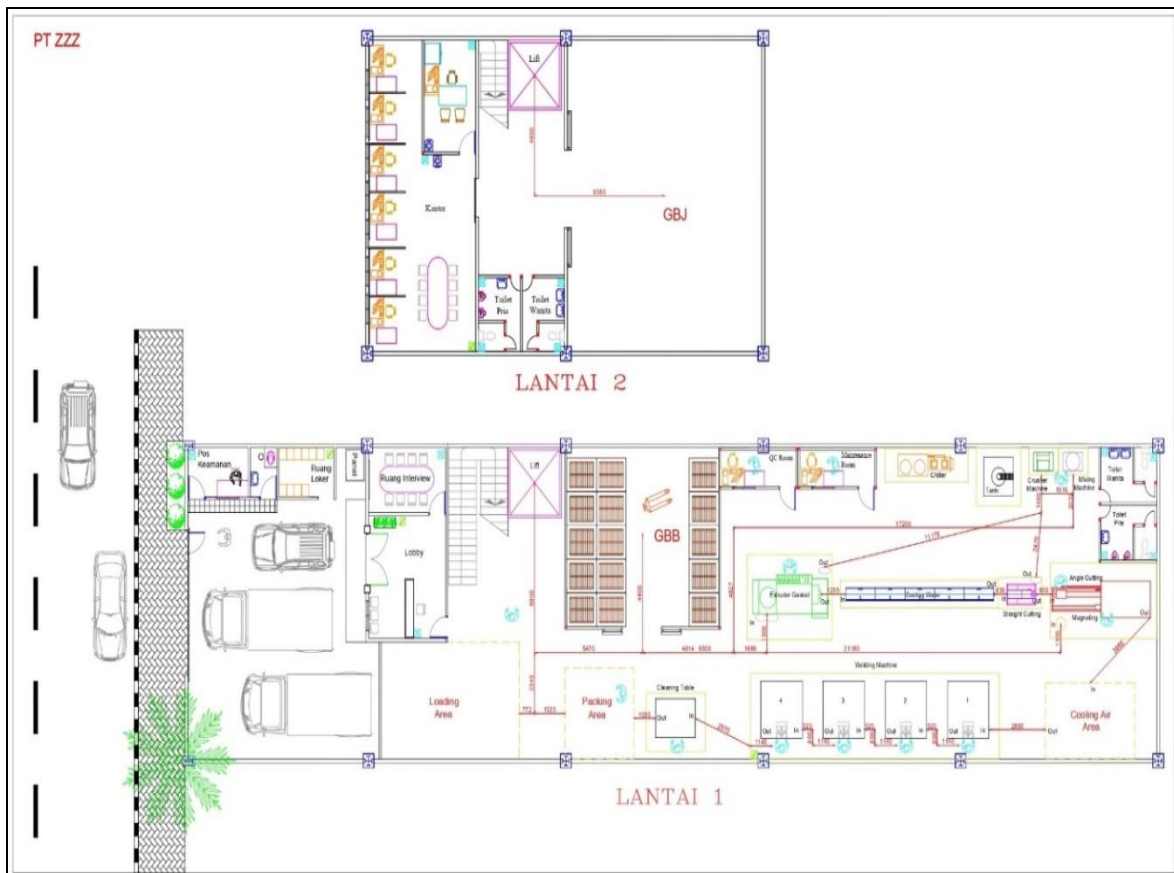
Untuk frekuensi aliran A dari rancangan layout usulan alternatif pertama tertera pada Gambar 5. Sedangkan untuk frekuensi aliran B dari rancangan layout usulan alternatif pertama tertera pada Gambar 6.

Rancangan layout usulan alternatif pertama dilakukan pada cooling air area ke cleaning table. Pada rancangan dengan aliran A, proses pembuatan 1 frame gasket menggunakan 4 mesin dengan setiap mesinnya hanya menyambung 1 titik. Tabel 10 merupakan hasil perhitungan jarak dan ongkos material handling (OMH) dari rancangan layout usulan alternatif pertama dengan aliran A.

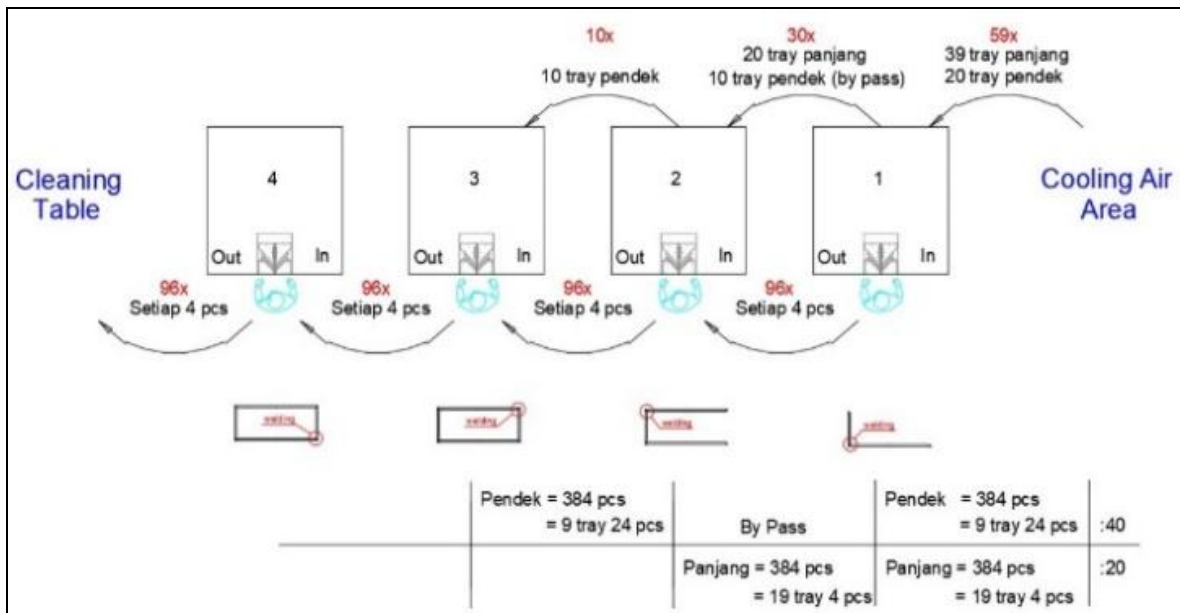
Sedangkan untuk rancangan layout usulan alternatif pertama dengan aliran B, proses pembuatan 1 frame gasket dirancang hanya menggunakan 1 mesin dengan menyambung 4 titik. Tabel 11 merupakan hasil perhitungan jarak dan ongkos material handling (OMH) dari rancangan layout usulan alternatif pertama dengan aliran B.



Gambar 3.
Activity Relationship Diagram (ARD) Rancangan Usulan Alternatif Pertama



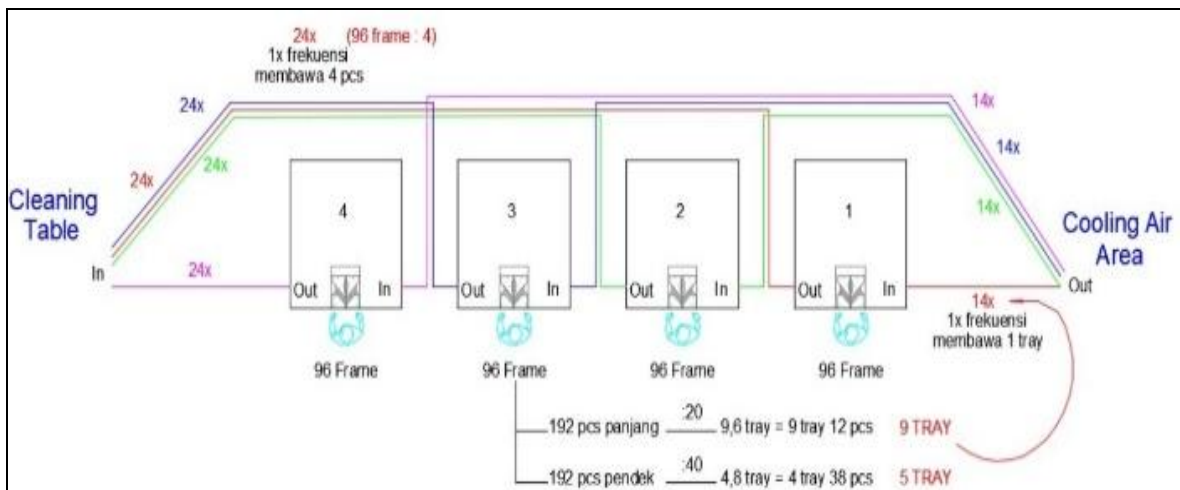
Gambar 4.
Rancangan Layout Usulan Alternatif Pertama



Gambar 5.
Frekuensi Aliran A Rancangan Layout Usulan Alternatif Pertama

Tabel 10.
Perhitungan Jarak dan OMH Rancangan Layout Usulan Alternatif Pertama Aliran A

Dari	Ke	Jarak (m)					Total Jarak (m)	Frekuensi/ bulan	Total Seluruh Jarak (m)	Alat Angkut	Ongkos (Rp)	Total OMH (Rp)
		1	2	3	4	5						
Loading Area	GBB	0,772	2,343	5,470	4,600		13,185	4	52,74	Hand Pallet	21,2527	1120,87
GBB	Extruder Gasket	4,600	6,300	1,500			12,4	20	248	Hand Pallet	21,2527	5270,67
Extruder Gasket	Cooling Water	1,259					1,259	20	25,18	Operator	20,8332	524,58
Cooling Water	Straight Cutting	0,630					0,63	20	12,6	Operator	20,8332	262,50
Straight Cutting	Angle Cutting & Magnetizing	0,800					0,8	20	16	Operator	20,8332	333,33
Angle Cutting & Magnetizing	Cooling Air Area	3,955					3,955	1180	4666,9	Operator	20,8332	97226,46
Cooling Air Area	Welding Machine 1	2,880					2,88	1180	3398,4	Operator	20,8332	70799,55
Welding Machine 1	Welding Machine 2	1,140	0,600	0,525			2,265	2520	5707,8	Operator	20,8332	118911,74
Welding Machine 2	Welding Machine 3	1,140	0,600	0,525			2,265	2120	4801,8	Operator	20,8332	100036,86
Welding Machine 3	Welding Machine 4	1,140	0,600	0,525			2,265	1920	4348,8	Operator	20,8332	90599,42
Welding Machine 4	Cleaning Table	1,140	2,970				4,11	1920	7891,2	Operator	20,8332	164398,95
Cleaning Table	Packing Area	1,095					1,095	1920	2102,4	Operator	20,8332	43799,72
Packing Area	Lift Barang	1,533	8,900				10,433	40	417,32	Hand Pallet	21,2527	8869,18
Lift Barang	GBJ	4,650	6,585				11,235	80	898,8	Hand Pallet	21,2527	19101,93
Lift Barang	Loading Area	8,900	0,772				9,672	40	386,88	Hand Pallet	21,2527	8222,24
GBB	Angle Cutting & Magnetizing	4,600	21,180	1,100			26,88	20	537,6	Hand Pallet	21,2527	11425,45
GBB	Mixing Machine	4,600	4,614	4,827	17,200	2,032	33,273	20	665,46	Hand Pallet	21,2527	14142,82
Mixing Machine	Extruder Gasket	2,032	17,200	4,827	1,686	1,500	27,245	20	544,9	Hand Pallet	21,2527	11580,60
Extruder Gasket	Crusher Machine	11,178	1,460				12,638	20	252,76	Hand Pallet	21,2527	5371,83
Straight Cutting	Crusher Machine	2,470	1,460				3,93	20	78,6	Operator	20,8332	1637,49
Crusher Machine	Mixing Machine	1,616					1,616	20	32,32	Operator	20,8332	673,33
Lift Barang (Lantai 1)	Lift Barang (Lantai 2)	6,000					6	80	480	Lift	27,1022	13009,06
TOTAL							190,031		37566,46			787318,57



Gambar 6.
Frekuensi Aliran rancangan Layout Usulan Alternatif Pertama

Tabel 11.

Perhitungan Jarak dan OMH Rancangan Layout Usulan Alternatif Pertama Aliran B

Dari	Ke	Jarak (m)					Total Jarak (m)	Frekuensi/bulan	Total Seluruh Jarak (m)	Alat Angkut	Ongkos (Rp)	Total OMH (Rp)
		1	2	3	4	5						
Loading Area	GBB	0,772	2,343	5,470	4,600		13,185	4	52,74	Hand Pallet	21,2527	1120,87
GBB	Extruder Gasket	4,600	6,300	1,500			12,4	20	248	Hand Pallet	21,2527	5270,67
Extruder Gasket	Cooling Water	1,259					1,259	20	25,18	Operator	20,8332	524,58
Cooling Water	Straight Cutting	0,630					0,63	20	12,6	Operator	20,8332	262,50
Straight Cutting	Angle Cutting & Magnetizing	0,800					0,8	20	16	Operator	20,8332	333,33
Angle Cutting & Magnetizing	Cooling Air Area	3,955					3,955	1180	4666,9	Operator	20,8332	97226,46
Cooling Air Area	Welding Machine 1	2,880					2,88	280	806,4	Operator	20,8332	16799,89
Welding Machine 1	Cleaning Table	0,526	2,630	10,000	3,142		16,298	480	7823,04	Operator	20,8332	162978,96
Cooling Air Area	Welding Machine 2	3,368	3,400	2,630	0,525		9,923	280	2778,44	Operator	20,8332	57883,80
Welding Machine 2	Cleaning Table	0,526	2,630	6,845	3,142		13,143	480	6308,64	Operator	20,8332	131429,16
Cooling Air Area	Welding Machine 3	3,368	6,550	2,630	0,525		13,073	280	3660,44	Operator	20,8332	76258,68
Welding Machine 3	Cleaning Table	0,526	2,630	3,967	3,142		10,265	480	4927,2	Operator	20,8332	102649,34
Cooling Air Area	Welding Machine 4	3,368	9,700	2,630	0,525		16,223	280	4542,44	Operator	20,8332	94633,56
Welding Machine 4	Cleaning Table	3,321					3,321	480	1594,08	Operator	20,8332	33209,79
Cleaning Table	Packing Area	1,095					1,095	1920	2102,4	Operator	20,8332	43799,72
Packing Area	Lift Barang	1,533	8,900				10,433	40	417,32	Hand Pallet	21,2527	8869,18
Lift Barang	GBJ	4,650	6,585				11,235	80	898,8	Hand Pallet	21,2527	19101,93
Lift Barang	Loading Area	8,900	0,772				9,672	40	386,88	Hand Pallet	21,2527	8222,24
GBB	Angle Cutting & Magnetizing	4,600	21,180	1,100			26,88	20	537,6	Hand Pallet	21,2527	11425,45
GBB	Mixing Machine	4,600	4,614	4,827	17,200	2,032	33,273	20	665,46	Hand Pallet	21,2527	14142,82
Mixing Machine	Extruder Gasket	2,032	17,200	4,827	1,686	1,500	27,245	20	544,9	Hand Pallet	21,2527	11580,60
Extruder Gasket	Crusher Machine	11,178	1,460				12,638	20	252,76	Hand Pallet	21,2527	5371,83
Straight Cutting	Crusher Machine	2,470	1,460				3,93	20	78,6	Operator	20,8332	1637,49
Crusher Machine	Mixing Machine	1,616					1,616	20	32,32	Operator	20,8332	673,33
Lift Barang (Lantai 1)	Lift Barang (Lantai 2)	6,000					6	80	480	Lift	27,1022	13009,06
TOTAL							261,372		43859,14			918415,23

Rancangan Usulan Alternatif Kedua

Hal yang membedakan antara rancangan usulan alternatif pertama dengan rancangan usulan alternatif kedua terdapat pada susunan tata letak setiap mesin secara keseluruhan dalam pembuatan ARD.

Tata letak mesin yang banyak mendapat perubahan adalah pada sub kelompok *welding machine*. Tata letak mesin pada rancangan usulan alternatif kedua dilakukan dengan mengubah posisi *welding machine* tidak lurus (*straight line*), melainkan menjadi *circular*.

alternatif kedua adalah untuk memberi pilihan lain untuk perusahaan dengan membandingkan total jarak perpindahan material dan membandingkan Ongkos *Material Handling* (OMH). Gambar 8 merupakan *Activity Relationship Diagram* (ARD) dari rancangan usulan alternatif kedua.

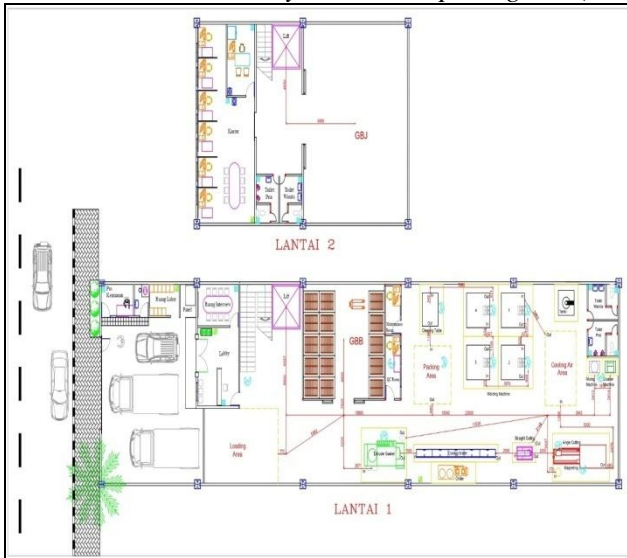
Sedangkan pada Gambar 9 merupakan rancangan *layout* usulan alternatif kedua berdasarkan *Activity Relationship Diagram* (ARD) pada Gambar 8.

Tujuan dari pembuatan rancangan usulan



Gambar 8.

Activity Relationship Diagram (ARD) Rancangan Usulan Alternatif Kedua

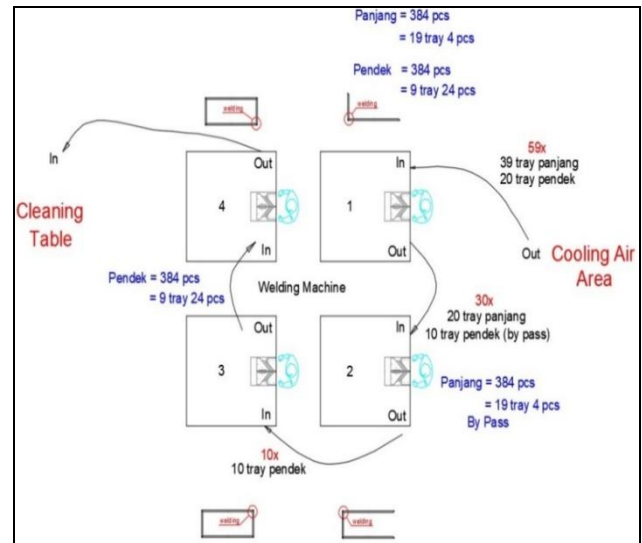


Gambar 9.

Rancangan Layout Usulan Alternatif Kedua

Untuk frekuensi aliran A dari rancangan layout usulan alternatif kedua tertera pada Gambar 10 dengan hasil perhitungan jarak dan ongkos material handling (OMH) tertera pada Tabel 12. Sedangkan untuk frekuensi aliran B

dari rancangan layout usulan alternatif pertama tertera pada Gambar 11 dengan hasil perhitungan jarak dan ongkos material handling (OMH) tertera pada Tabel 13.



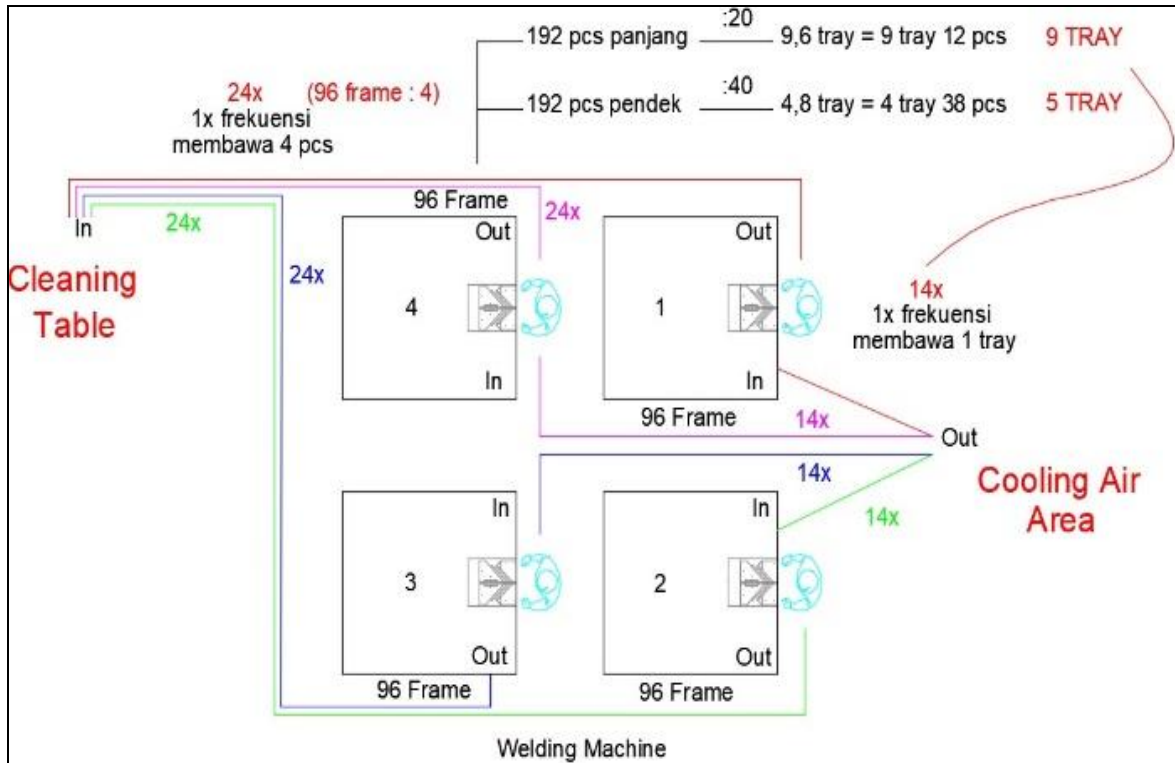
Gambar 10.

Frekuensi Aliran A Rancangan Layout Usulan Alternatif Kedua

Tabel 12.

Perhitungan Jarak dan OMH Rancangan Layout Usulan Alternatif Kedua Aliran A

Dari	Ke	Jarak (m)					Total Jarak (m)	Frekuensi/ bulan	Total Seluruh Jarak (m)	Alat Angkut	Ongkos (Rp)	Total OMH (Rp)
		1	2	3	4	5						
Loading Area	GBB	0,772	5,952	4,600			11,324	4	45,3	Hand Pallet	21,2527	962,66
GBB	Extruder Gasket	7,805	2,671				10,476	20	209,52	Hand Pallet	21,2527	4452,87
Extruder Gasket	Cooling Water	1,500					1,500	20	30	Operator	20,8332	625
Cooling Water	Straight Cutting	2,000					2,000	20	40	Operator	20,8332	833,33
Straight Cutting	Angle Cutting & Magnetizing	2,000					2,000	20	40	Operator	20,8332	833,33
Angle Cutting & Magnetizing	Cooling Air Area	3,661					3,661	1180	4319,98	Operator	20,8332	89999,01
Cooling Air Area	Welding Machine 1	2,882					2,882	1180	3400,76	Operator	20,8332	70848,71
Welding Machine 1	Welding Machine 2	1,077	0,623	0,525			2,225	2520	5607	Operator	20,8332	116811,75
Welding Machine 2	Welding Machine 3	0,949	3,970	0,379			5,298	2120	11231,76	Operator	20,8332	233993,50
Welding Machine 3	Welding Machine 4	1,156	0,627	0,524			2,307	1920	4429,44	Operator	20,8332	92279,41
Welding Machine 4	Cleaning Table	0,831	5,965	0,345			7,141	1920	13710,72	Operator	20,8332	285638,17
Cleaning Table	Packing Area	1,196					1,196	1920	2296,32	Operator	20,8332	47839,69
Packing Area	Lift Barang	0,680	13,895	6,557			21,132	40	845,28	Hand Pallet	21,2527	17964,48
Lift Barang	GBJ	4,650	6,585				11,235	80	898,8	Hand Pallet	21,2527	19101,93
Lift Barang	Loading Area	8,900	0,772				9,672	40	386,88	Hand Pallet	21,2527	8222,24
GBB	Angle Cutting & Magnetizing	4,600	19,345	3,437	0,770		28,152	20	563,04	Hand Pallet	21,2527	11966,12
GBB	Mixing Machine	4,600	23,808	2,412			30,820	20	616,4	Hand Pallet	21,2527	13100,16
Mixing Machine	Extruder Gasket	2,412	23,808	3,205	2,671		32,096	20	641,92	Hand Pallet	21,2527	13642,53
Extruder Gasket	Crusher Machine	13,539	5,943	2,414			21,896	20	437,92	Hand Pallet	21,2527	9306,98
Straight Cutting	Crusher Machine	2,145	5,943	2,414			10,502	20	210,04	Operator	20,8332	4375,81
Crusher Machine	Mixing Machine	1,616					1,616	20	32,32	Operator	20,8332	673,33
Lift Barang (Lantai 1)	Lift Barang (Lantai 2)	6,000					6,000	80	480	Lift	27,1022	13009,06
TOTAL							225,131		50473,40			1056480,07



Gambar 11.
 Frekuensi Aliran Rancangan *Layout* Usulan Alternatif Kedua

Tabel 13.
 Perhitungan Jarak dan OMH Rancangan *Layout* Usulan Alternatif Kedua Aliran B

Dari	Ke	Jarak (m)					Total Jarak (m)	Frekuensi/ bulan	Total Seluruh Jarak (m)	Alat Angkut	Ongkos (Rp)	Total OMH (Rp)
		1	2	3	4	5						
Loading Area	GBB	0,772	5,952	4,600			11,324	4	45,3	Hand Pallet	21,2527	962,66
GBB	Extruder Gasket	7,805	2,671				10,476	20	209,52	Hand Pallet	21,2527	4452,87
Extruder Gasket	Cooling Water	1,500					1,500	20	30	Operator	20,8332	625
Cooling Water	Straight Cutting	2,000					2,000	20	40	Operator	20,8332	833,33
Straight Cutting	Angle Cutting & Magnetizing	2,000					2,000	20	40	Operator	20,8332	833,33
Angle Cutting & Magnetizing	Cooling Air Area	3,661					3,661	1180	4319,98	Operator	20,8332	89999,01
Cooling Air Area	Welding Machine 1	2,152					2,152	280	602,56	Operator	20,8332	12553,25
Welding Machine 1	Cleaning Table	0,831	9,264	0,345			10,440	480	5011,2	Operator	20,8332	104399,33
Cooling Air Area	Welding Machine 2	2,183					2,183	280	611,24	Operator	20,8332	12734,09
Welding Machine 2	Cleaning Table	0,949	6,613	5,970	2,693	0,345	16,570	480	7953,6	Operator	20,8332	165698,94
Cooling Air Area	Welding Machine 3	4,964	1,011				5,975	280	1673	Operator	20,8332	34853,94
Welding Machine 3	Cleaning Table	0,379	2,645	5,970	2,693	0,345	12,032	480	5775,36	Operator	20,8332	120319,23
Cooling Air Area	Welding Machine 4	4,964	1,011				5,975	280	1673	Operator	20,8332	34853,94
Welding Machine 4	Cleaning Table	0,831	5,964	0,345			7,140	480	3427,2	Operator	20,8332	71399,54
Cleaning Table	Packing Area	1,196					1,196	1920	2296,32	Operator	20,8332	47839,69
Packing Area	Lift Barang	0,680	13,895	6,557			21,132	40	845,28	Hand Pallet	21,2527	17964,48
Lift Barang	GBI	4,650	6,585				11,235	80	898,8	Hand Pallet	21,2527	19101,93
Lift Barang	Loading Area	8,900	0,772				9,672	40	386,88	Hand Pallet	21,2527	8222,24
GBB	Angle Cutting & Magnetizing	4,600	19,345	3,437	0,770		28,152	20	563,04	Hand Pallet	21,2527	11966,12
GBB	Mixing Machine	4,600	23,808	2,412			30,820	20	616,4	Hand Pallet	21,2527	13100,16
Mixing Machine	Extruder Gasket	2,412	23,808	3,205	2,671		32,096	20	641,92	Hand Pallet	21,2527	13642,53
Extruder Gasket	Crusher Machine	13,539	5,943	2,414			21,896	20	437,92	Hand Pallet	21,2527	9306,98
Straight Cutting	Crusher Machine	2,145	5,943	2,414			10,502	20	210,04	Operator	20,8332	4375,81
Crusher Machine	Mixing Machine	1,616					1,616	20	32,32	Operator	20,8332	673,33
Lift Barang (Lantai 1)	Lift Barang (Lantai 2)	6,000					6,000	80	480	Lift		13009,06
TOTAL							267,745		38820,88			813720,79

Analisa Perbandingan Alternatif

Setelah membuat 2 rancangan usulan alternatif dengan masing-masing alternatif memiliki 2 aliran, maka tahap berikutnya adalah membandingkan alternatif dengan memilih jarak *material handling* terpendek dan ongkos *Material Handling* termurah. Pada Tabel 14 tertera perbandingan dari alternatif .

Tabel 14.
Perbandingan Alternatif

Alternatif	Total Jarak (m/bulan)	Total OMIH (Rp./bulan)
Alternatif Pertama Aliran A	37.566,46	787.318,57
Alternatif Pertama Aliran B	43.859,14	918.415,23
Alternatif Kedua Aliran A	50.473,40	1.056.480,07
Alternatif Kedua Aliran B	38.820,88	813.720,79

Dari perbandingan alternatif pada Tabel 14 dapat diketahui total jarak terpendek dan total ongkos *material handling* termurah adalah rancangan *layout* alternatif pertama dengan aliran A. Sedangkan untuk total jarak terjauh dan total ongkos *material handling* termahal adalah rancangan *layout* alternatif kedua dengan aliran A.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

Terdapat 2 alternatif rancangan *layout* dengan masing-masing memiliki 2 aliran dengan kapasitas produksi sebesar 384 *frame* gasket dalam 1 hari kerja (8 jam).

Rancangan *layout* usulan alternatif pertama dengan aliran A memiliki total jarak sebesar 37.566,46 m/bulan dan ongkos *material handling* sebesar Rp.787.318,57/bulan.

Rancangan *layout* usulan alternatif pertama dengan aliran B memiliki total jarak sebesar 43.859,14 m/bulan dan ongkos *material handling* sebesar Rp.918.415,23/bulan.

Rancangan *layout* usulan alternatif kedua dengan aliran A memiliki total jarak sebesar 50.473,40 m/bulan dan ongkos *material handling* sebesar Rp.1.056.480,07/bulan.

Rancangan *layout* usulan alternatif kedua dengan aliran B memiliki total jarak sebesar 38.820,876 m/bulan dan ongkos *material handling* sebesar Rp.813.720,79/bulan

Rancangan *layout* usulan alternatif pertama dengan aliran A merupakan rancangan dengan total jarak terpendek dan total ongkos *material handling* termurah.

Daftar Pustaka

Alfa, F., & Dedy, P. (2013). Analisa Perancangan Tata Letak Lantai Produksi Divisi *Welding* Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Di PT. XX. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin*, Universitas MercuBuana, Jakarta.

Apple, James, M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi ketiga. Terjemahan Nurhayati., Mardiono, ITB, Bandung.

Derajat, A. M. (2015). Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lini Produksi *Boos Crankcase Bracket* PT XYZ. *Jurnal Inovisi Volume 11 Nomor 2*, Jurusan Teknik Industri, Universitas EsaUnggul, Jakarta.

Fani, A., Zainal, A., & Putu, E, D, K,W., (2017). Redesain Tata Letak Gudang Untuk Meminimalkan Ongkos *Material Handling* pada PT. Securiko Indonesia. *Jurnal Jurusan Teknik Industri*, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.

Heragu, S.S. (2008). *Facilities Design*. 3rd Edition, CRC Press, New York.

Iphov, K. S., Yulianto, & Ridho Ashari. (2013). Pengelolaan Tata Letak Material Di Gudang Kolong Hitam Untuk Meningkatkan Utilitas Gudang (Studi Kasus Di PT Sawindo Kencana, Tempilang, Bangka). *Jurnal Inovisi™ Vol. 9 No.2*, Jurusan Teknik Industri, Universitas EsaUnggul, Jakarta.

Ni Wayan Rizky Mulyawaty. (2016). Usulan Perancangan Tata Letak Lini Produksi Di PT Agung Surya Langgeng Makmur. *Jurnal INOVISI Volume 12 Nomor 1*, Jurusan Teknik Industri, Universitas EsaUnggul, Jakarta.

Nur, M, I., & Igna, S, F., (2017). Perancangan Tata Letak fasilitas Ulang (*Re-layout*) untuk produksi truk di gedung *Commercial Vehicle* (CV) PT Mercedes-Benz Indonesia. *Jurnal PASTI Volume XI No.01*, 66-75, Jurusan Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Purnomo, H. (2004). *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Rionaldi, Y., Alex, S., & Abu, B. (2014). Usulan Perancangan Tata Letak Fasilitas Perusahaan Garmen CV. X Dengan Menggunakan Metode Konvensional. *Jurnal online Institute Teknologi Nasional*, No.03, Vol.02, Jurusan Teknik Industri, Itenas, Bandung.

Wignjosoebroto, S. (2003). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi ketiga. Penerbit: WidyaGuna, Surabaya.

Yefta, Y, P., Johan, Runtuk, Lusiana. (2015). Analisis Tata Letak Fasilitas Dalam Meminimasi *Material Handling* (Studi Kasus: Perusahaan Roti Matahari). *Jurnal GEMA AKTUALITA*, Vol.4, No.1, Jurusan Teknik Industri, Surabaya.