



UNIVERSITAS INDONESIA

***RELAYOUT* PABRIK PENGOLAHAN DAN PEMURNIAN
LOGAM MULIA SEBAGAI ACUAN PERANCANGAN
TATALETAK PABRIK BARU**

SKRIPSI

**KHUSNUL KHOTIMAH
07 06 20 12 21**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DESEMBER 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**RELAYOUT PABRIK PENGOLAHAN DAN PEMURNIAN
LOGAM MULIA SEBAGAI ACUAN PERANCANGAN
TATALETAK PABRIK BARU**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**KHUSNUL KHOTIMAH
07 06 20 12 21**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Khusnul Khotimah

NPM : 07 06 20 12 21

Tanda Tangan : 

Tanggal : Desember 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Khusnul Khotimah
NPM : 0706201221
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Relayot Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Logam
Mulia Sebagai Acuan Perancangan Tataletak
Pembuatan Pabrik Baru

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir.Fauzia Dianawati, M. Si (.....)
Penguji : Ir. Yadrifil, MSc (.....)
Penguji : Ir. Isti Surjandari, Ph.D (.....)
Penguji : Ir. Akhmad Hidayatno, MBT (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Desember 2009

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul

Relayout Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Logam Mulia Sebagai Acuan
Perancangan Tataletak Pabrik Baru

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Industri Program Pendidikan Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia, dan disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian skripsi.

Depok, 29 Desember 2009

Pembimbing Skripsi



Ir. Fauzia Dianawati, MSi
NIP. 1969123 199403 2 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Fauzia Dianawati, M.Si , selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu memberikan, motivasi, bimbingan, kepercayaan, waktu dan bantuan yang luar biasa besarnya.
2. Segenap jajaran Dosen Departemen Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
3. Bapak Bambang S, Bapak Iman H dan rekan-rekan kantor yang telah memberikan kontribusi data dan pengertiannya selama penyusunan skripsi.
4. Ayah yang selalu setia, mengerti serta memberikan semangat dan dukungan yang tidak ada habisnya.
5. Kaka Daffa dan Dede Raynand yang mau mengerti akan kesibukan bundanya selama kuliah sampai dengan menyusun skripsi.
6. Sahabat-sahabat seperjuangan di Extensi UI Salemba (Wiwien, Diah, Rial, Vian) yang selalu berbagi baik suka maupun duka dalam menjalankan tugas-tugas kuliah sampai dengan penyusunan skripsi.
7. Untuk (Al, Rano, Ajeng, Ulya) yang saling memberikan motivasi dan semangat selama menyusun skripsi.
8. Serta teman-teman TI ekstensi salemba angkatan 2007 yang telah memberikan nuansa baru selama masa kuliah.

Penulis sadar bahwa dalam laporan ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari sempurna, karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca.

Semoga skripsi ini dapat berguna bagi perkembangan Ilmu Teknik Industri di masa yang akan datang.

Jakarta, Desember 2009

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khusnul Khotimah
NPM : 0706201221
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

RELAYOUT PABRIK PENGOLAHAN DAN PEMURNIAN LOGAM MULIA SEBAGAI ACUAN PERANCANGAN TATALETAK PABRIK BARU

berserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : Desember 2009

Yang menyatakan



(Khusnul Khotimah)

ABSTRAK

Nama : Khusnul Khotimah
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : *Relayout* Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Logam Mulia
Sebagai Acuan Perancangan Tataletak Pabrik Baru

Perusahaan berencana mendirikan pabrik pengolahan dan pemurnian sebagai bagian dari pengembangan perusahaan. Untuk Pembuatan pabrik pengolahan tersebut mengacu kepada pabrik Perusahaan yang berada di Jakarta, karena sebagian besar prosesnya sama. Yang menjadi kendala pada proses pembuatan pabrik tersebut adalah acuan untuk pembangunan pabrik dalam hal ini Perusahaan ini tataletak Pabriknya baik dari satu divisi ke divisi lain maupun dari satu proses ke proses berikutnya penempatannya masih belum sesuai, dimana hal ini mengakibatkan aliran bahan dari satu tempat ke tempat menjadi lebih panjang dan waktu proses secara keseluruhan menjadi lebih lama serta menanggung beban biaya pegawai dan ongkos tak langsung. Tujuan penelitian kali ini adalah untuk mengoptimalkan tataletak pabrik Pengolahan Logam mulia sesuai dengan kaidah yang benar. Dengan merancang tata letak pabrik sesuai dengan kaidah tata letak pabrik yang benar meliputi tataletak pabrik serta fasilitas pendukungnya, sehingga akan lebih optimal atau memperpendek jalur mutasi dari asal material sampai dengan tujuan, letak proses dari satu proses berikutnya serta jalur pengiriman barang dari asal material ke tujuan. Dengan mendata jumlah peralatan yang ada, layout perusahaan, frekwensi dan waktu tempuh aliran material/produk antar unit kerja, data Peta masalah tata letak pabrik dan faktor pendukung lainnya, sehingga didapatkan data untuk perubahan tataletak pabrik berdasarkan keterkaitan diagram. Sehingga diharapkan dengan mendapatkan tataletak pabrik dan layout yang baru dapat digunakan sebagai acuan perancangan pabrik yang baru.

Kata kunci:

Tataletak Pabrik, *Relayout* pabrik, Logam Mulia

ABSTRACT

Name : Khusnul Khotimah
Major : Industrial engineering
Thesis title : Precious Metal Processing and Refinery Plant Relayouting as A Preference for Newly Built Plant Layout

The company plans to build a precious metal refinery and processing plant as a part of the company development. To build the processing plant, the company refers to the design of another owned plant located in Jakarta, by reason of the major similarity of the activity. The main drawback of the building process is the unfinished reference of the interdivision placement layout, which causes the material process flow running a longer process, resulting in the inefficiency in both overall process time and labor cost. The main purpose of the reasearch is to optimize the precious metal refinery and processing plant layout in line with the required standard. By designing the layout with a reference to its standard, covering the plant layout and its supporting facilities, will hopefully optimize the efficiency on material flow process, from the source to its destination. The research counts the number of tools, analyzes company building layout, evaluates material flow duration across interworking unit, and maps the drawback of other supporting factors of the current plant layout, with an aim to obtain data of possible changes in plant layout based on the relevant diagrams. In return, the research is hoped to invent a new layout design that is applicable to implement on the new plant building.

Keywords:

Plant Layout, Plant relayout, precious stone.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	5
1.3 Rumusan Permasalahan	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Asumsi dan Batasan Permasalahan.....	6
1.6 Metodologi Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Rancang Fasilitas	9
2.1.1 Definisi Rancang Fasilitas	9
2.1.2 Ruang Lingkup Rancang Fasilitas	9
2.1.3 Tujuan Rancang Fasilitas	11
2.1.4 Perencanaan dan Perancangan Tataletak Fasilitas	12
2.2 Tataletak Pabrik	13
2.2.1 Definisi dan Tujuan.....	13
2.2.2 Jenis-jenis Persoalan Tataletak	15
2.2.3 Tanda-tanda Tataletak Pabrik yang Baik	18
2.2.4 Tipe Tataletak	19
2.2.4.1 Tataletak Produk (<i>product layout</i>)	19
2.2.4.2 Tata Letak Proses (<i>process layout</i>)	20
2.2.4.3 Tata Letak Tetap (<i>Fixed Layout</i>).....	22
2.2.4.4 Tata Letak Kelompok (<i>Group Technology</i>)	23
2.2.5 Prosedur <i>Layout</i>	23
BAB 3 PENGUMPULAN DATA.....	27
3.1 Profil Perusahaan	27
3.1.1 Sejarah singkat Perusahaan Pengolahan Logam Mulia	27
3.1.2 Luas Area Perusahaan	27
3.1.3 Sumber Daya Manusia	29
3.2 Pendataan Pendahuluan.....	30
3.2.1 Bagan Alir Proses Aliran Material dan Produk.....	30
3.2.2 Pengumpulan Data Peralatan Produksi	33
3.2.2.1 Data Peralatan Produksi	33
3.2.2.2 Data Peralatan Material Handling.....	36

3.2.3 <i>Layout</i> awal dan tataletak.....	37
3.2.3.1 Luasan area pabrik	37
3.2.3.2 Pembuatan <i>layout</i> dan tataletak Pabrik area produksi.....	38
3.2.4 Data frekwensi dan aliran material yang terjadi antara unit kerja	41
3.2.5 Peta masalah tata letak pabrik dan faktor pendukung lainnya.	44
3.3 Pengolahan Data.....	50
BAB 4 ANALISA DATA	53
4.1 Pembuatan Tata letak Pabrik Akhir	53
4.1.1 Dasar pembuatan Peta Keterkaitan ARC (Activity Reliation Chart)...	53
4.1.2 Peta Keterkaitan (<i>Activity Reliation Chart</i>)	54
4.1.3 Lembar kerja diagram keterkaitan kegiatan.....	55
4.1.4 Diagram keterkaitan kegiatan	55
4.1.5 Diagram keterkaitan kegiatan ARD.....	56
4.2 Pembuatan <i>Layout</i> dan tata letak pabrik baru	58
4.2.1 Pembuatan pengelompokan Layout Pabrik (Lampiran 3)	58
4.2.2 Layout baru (Lampiran 4)	58
4.2.3 Luasan area unit kerja	58
4.3 Analisa	59
4.3.1 Analisa Hasil Layout Pabrik	59
4.3.2 Analisa Perbandingan Tataletak Pabrik	62
4.3.3 Analisa Perbandingan Jarak	70
BAB 5 KESIMPULAN dan SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
BAB 4 DAFTAR PUSTAKA.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi Emas Dunia (1999 – 2004) dalam satuan Ton.....	2
Tabel 1.2 Pemasokan dan Kebutuhan Serta Harga Logam Emas Indonesia	3
Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian dari Product Layout, Process Layout, Fixed Layout, dan Group Technology Layout	23
Tabel 3.1 Luasan penggunaan Bangunan.....	27
Tabel 3.2 Jumlah SDM Area Pabrik	29
Tabel 3.3 Jenis peralatan yang digunakan.....	33
Tabel 3.4 Jenis peralatan yang digunakan.....	37
Tabel 3.5 Luas area unit kerja	37
Tabel 3.6 Data Frekwensi dan waktu tempuh aliran material/produk antar unit..	42
Tabel 3.7 Indikator masalah tataletak Pabrik Logam Mulia	45
Tabel 3.8 Penyebab dan saran pemecahan bagi masalah tataletak pabrik yang berkaitan.....	47
Tabel 3.9 Menganalisis Masalah.....	49
Tabel 3.10 Perhitungan waktu serta akumulasi jarak yang ditempuh.....	50
Tabel 4.1 Lembar kerja diagram keterkaitan kegiatan.....	58
Tabel 4.2 Luas Area Unit Kerja	55
Tabel 4.3 Jarak yang Ditempuh Sebelum dan Setelah <i>Relayout</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Permintaan, pasokan dan konsumsi emas	1
Gambar 1.2 Diagram keterkaitan masalah	5
Gambar 1.3 Diagram alir metodologi penelitian.....	7
Gambar 2.1 Tata letak produk.....	19
Gambar 2.2 Tata letak proses.....	20
Gambar 2.3 Tata letak tetap	22
Gambar 2.4 Tata letak kelompok	22
Gambar 3.1 Bagan alir proses aliran material (dore) dan produk Jadi.....	31
Gambar 3.2 Bagan alir proses aliran produk jadi di unit kerja PPM	32
Gambar 3.3 Bagan alir proses aliran sample di unit kerja Lab Analisa.....	32
Gambar 4.1 <i>Activity Reliation Chart</i>	54
Gambar 4.2 Bagan Diagram Kegiatan	56
Gambar 4.3 <i>ARC (Activity Reliation Diagram)</i>	57
Gambar 4.4 Layout ruang PPM sebelum perbaikan	64
Gambar 4.5 Ruang PPM Setelah <i>Relayout</i>	65
Gambar 4.6 Layout ruang Kluis sebelum perbaikan.....	65
Gambar 4.7 Ruang Kluis setelah <i>Relayout</i>	66
Gambar 4.8 <i>Layout</i> Ruang Lab. Analisa Sebelum Perbaikan.....	67
Gambar 4.9 Ruang Lab. Analisa setelah <i>Relayout</i>	68

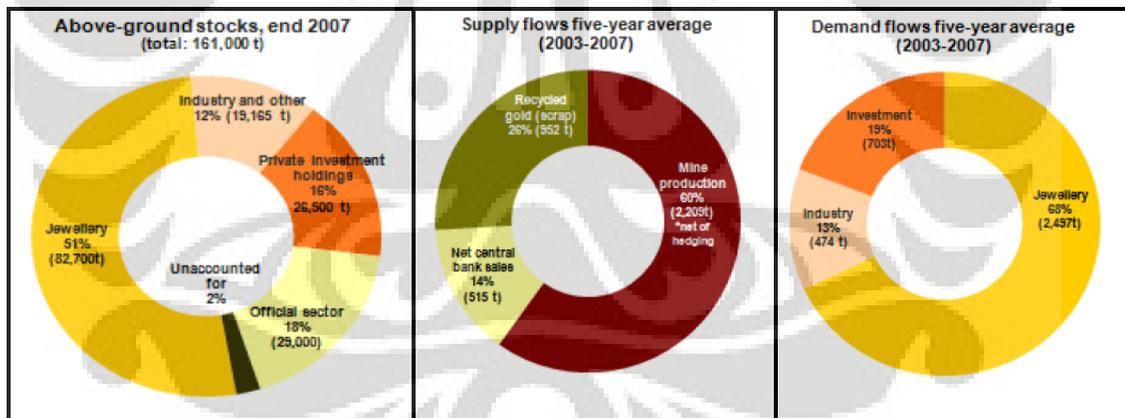
BAB I

PENDAHULUAN

Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini, diagram keterkaitan masalah dalam penelitian, rumusan permasalahan dalam penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah dan juga sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Emas merupakan logam mulia yang digunakan untuk keperluan seperti; perhiasan, investasi, sektor industri, dll. Pada tahun 2007 dimanfaatkan emas sebesar 161.000 ton (diluar stok yang ada di pasar). Hampir separuh dari penambahan emas dimanfaatkan untuk perhiasan, sedangkan sisanya untuk keperluan investas, industri, dan perkantoran. Permintaan dan pasokan emas tahun 2003 – 2007 serta pemanfaatan emas tahun 2007 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.1. Permintaan, Pasokan dan Konsumsi Emas

Sejumlah faktor mempengaruhi fluktuasi harga emas, faktor tersebut bersama-sama mendorong harga emas namun tidak pada proporsi yang sama. Pada kondisi saat ini, tekanan pada harga emas lebih digerakkan oleh kondisi ekonomi USA, yaitu menguat/melemahnya nilai tukar US Dollar, meningkatnya harga minyak bumi dan barang komoditas, dan juga perubahan yang dinamis pada supply-demand emas.

Produksi emas dunia mulai tahun 2000 sampai 2004 terus mengalami penurunan, mulai dari tingkat 3,8 juta ounce pada tahun 2000 menjadi 3,5 juta ounce pada tahun 2004 yang kemudian mengalami trend kenaikan mulai tahun 2004 akhir. Sebagian besar emas dunia diproduksi oleh negara-negara di Amerika, diikuti oleh negara-negara di Asia dan Afrika. Sementara 5 negara dengan kontribusi besar pada produksi emas dunia antara lain; Afrika Selatan, Australia, Amerika, China, dan Peru. Produksi emas dunia tahun 1999 – 2004 dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Produksi Emas Dunia (1999 – 2004) dalam satuan Ton

Negara	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Europe						
total	16.181	32.346	30.327	37.225	38.825	43.211
Asia						
total	577.635	621.340	731.621	700.180	640.314	704.252
America						
total	532.849	878.308	851.685	804.416	810.482	766.139
Africa						
Total	596.086	606.995	597.200	624.929	647.690	561.738
Oceania						
Total	448.000	437.336	362.950	341.037	337.230	332.920
WORLD TOTAL	3.151.600	3.891.969	3.788.418	3.653.240	3.622.253	3.507.319

Source: World Mining Data, April 2006

Cadangan emas di Indonesia diperkirakan berjumlah 1.783,5 ton emas yang terdiri dari 1.420,8 ton emas primer dan 262,7 ton emas aluvial. Endapan emas tersebar di beberapa daerah di Indonesia di antaranya di Papua, Kalimantan, Sulawesi, Nangroe Aceh Darussalam (NAD), Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat dan Maluku. Sebagian besar endapan emas berada di Gunung Bijih,

Papua, yaitu sekitar 42,5 % dari seluruh cadangan emas atau sekitar 53,6 % dari jumlah cadangan emas primer.

Produksi emas telah kembali pada level produksinya di tahun 2003 meskipun beberapa permasalahan keamanan masih dialami oleh Freeport pada tahun 2005. Dimulainya produksi emas di satu perusahaan pertambangan baru pun telah memberikan peranan dalam peningkatan produksi emas.

Tabel 1.2. Pemasokan dan Kebutuhan Serta Harga Logam Emas Indonesia

No.	Uraian/ Tahun	Produksi (Kg)	Konsumsi (Kg)	Ekspor (Kg)	Impor (Kg)	Harga (US \$/oz)
1.	1997	89.069,0	1.901,0	82.603,0	1.170,0	358,9
2.	1998	120.453,0	2.346,0	108.480,0	40,0	296,6
3.	1999	127.184,0	15.157,0	105.336,0	13.630,0	287,7
4.	2000	123.995,0	17.159,0	91.938,0	27.010,0	280,8
5.	2001	166.397,0	30.093,0	122.931,0	19.420,0	268,0
6.	2002	142.238,0	24.464,0	103.563,0	64.450,0	309,9
7.	2003	141.019,0	17.783,0	112.154,0	458.000,0	362,8
8.	2004	192.936,0	10.340,0	77.475,0	-	409,2
9.	2005	142.894,0	-	140.782,0	-	455,6

Produksi emas di Indonesia dihasilkan oleh PT. Freeport Indonesia Inc., PT. Aneka Tambang Tbk., PT. Newmont Minahasa Raya, PT. Newmont Nusa Tenggara, dan PT. Newmont Halmahera Mineral, PT. Kelian Equatorial Mining, dan Pt. Indo Muro Kencana. Selama sepuluh tahun terakhir yaitu dari tahun 1997 sampai tahun 2005, perkembangan produksi emas menunjukkan kecenderungan yang meningkat dengan laju pertumbuhannya sebesar 15,93 % setiap tahunnya. Tahun 1997 produksi emas tercatat sebesar 89.069 kg dan pada tahun 1999 meningkat menjadi 120.453 kg atau meningkat sekitar 35,23%. Pada tahun 2000 produksi emas meningkat kembali menjadi 127.184 kg, dan pada tahun-tahun selanjutnya hingga tahun 2005 produksi

emas menunjukkan peningkatan dan penurunan secara fluktuatif. Pada tahun 2004 tercatat produksi emas sebesar 192.936 kg dan merupakan produksi terbesar selama kurun waktu pengamatan. Sebagian besar produksi emas dihasilkan oleh PT. Freeport Indonesia Inc.

Untuk mengantisipasi pergerakan industri logam mulia seperti di atas Oleh karena itu, Perusahaan berencana mendirikan pabrik pengolahan dan pemurnian sebagai bagian dari pengembangan perusahaan. Pemilihan pendirian pabrik di Surabaya dengan pertimbangan antara lain:

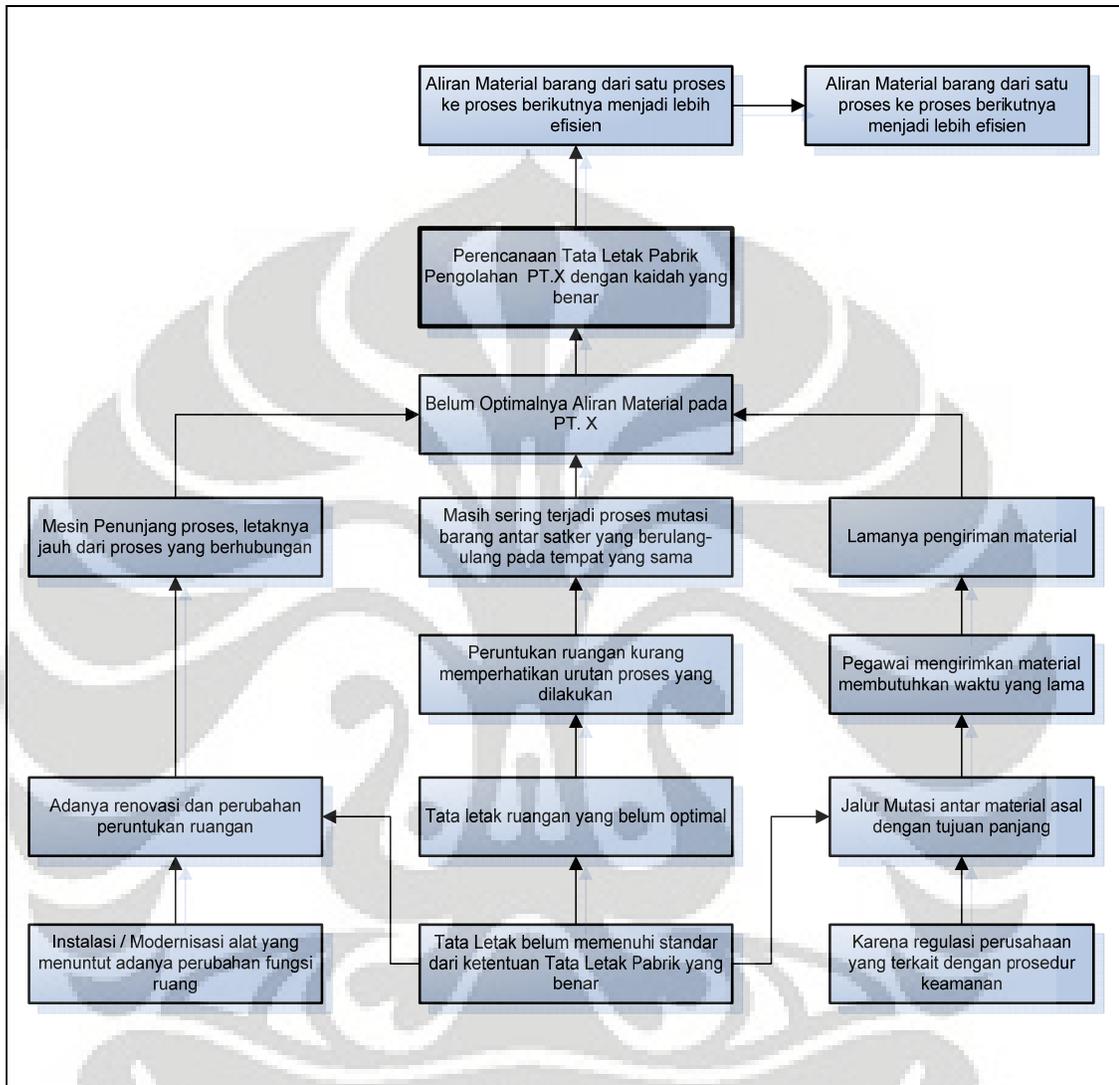
1. Banyaknya Kontrak Karya dari kawasan Indonesia bagian timur
2. Mayoritas penyebaran industri perhiasan berada di Surabaya dan sekitarnya (70% dari industri perhiasan Indonesia).

Untuk Pembuatan pabrik pengolahan tersebut mengacu kepada pabrik Perusahaan yang berada di Jakarta, karena sebagian besar prosesnya sama. Yang menjadi kendala pada proses pembuatan pabrik tersebut adalah acuan untuk pembangunan pabrik dalam hal ini Perusahaan ini Tata Letak Pabriknya baik dari satu divisi ke divisi lain maupun dari satu proses ke proses berikutnya penempatannya masih belum sesuai, dimana hal ini mengakibatkan aliran bahan dari satu tempat ke tempat menjadi lebih panjang dan waktu proses secara keseluruhan menjadi lebih lama serta menanggung beban biaya pegawai dan ongkos tak langsung.

Perancangan tata letak pabrik yang dilakukan kali ini adalah mendapatkan tata letak pabrik bagi Perusahaan sesuai kaidah-kaidah tata letak yang berlaku untuk mengoptimalkan proses aliran material dari satu tempat ke tempat lain serta menghasilkan stasiun kerja yang ergonomis, serta menjaga seluruh kegiatan produksi, dengan memperlancar aliran material dan memberikan jarak tempuh antar fasilitas produksi yang minimum. Pabrik yang berjalan dengan efisien akan meningkatkan daya saing perusahaan di dalam industri, sehingga mendapatkan tujuan usaha secara ekonomis dan aman.

Untuk mendapatkan hasil tersebut akan dilakukan analisa tata letak pabrik yang telah ada dan melakukan perancangan ulang tata letak pabrik (*relayout*) sebagai acuan dalam pembuatan tata letak pabrik yang disesuaikan dengan kaidah yang benar.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan diagram keterkaitan masalah diatas, dapat dilihat penataan tata letak pabrik pada Perusahaan ini sebagai acuan untuk perancangan untuk pengembangan pabrik baru belum optimal sehingga menyebabkan aliran material yang kurang lancar, kurang ergonomisnya sebagian unit kerja serta besarnya jarak tempuh yang dilalui material antar unit kerja.. Maka permasalahan

yang diangkat adalah merancang tata letak pabrik sesuai dengan kaidah tata letak pabrik yang benar meliputi tata letak pabrik serta fasilitas pendukungnya, sehingga akan lebih optimal atau memperpendek jalur mutasi dari asal material sampai dengan tujuan, letak proses dari satu proses berikutnya serta jalur pengiriman barang dari asal material ke tujuan.

1.4 Tujuan Penelitian

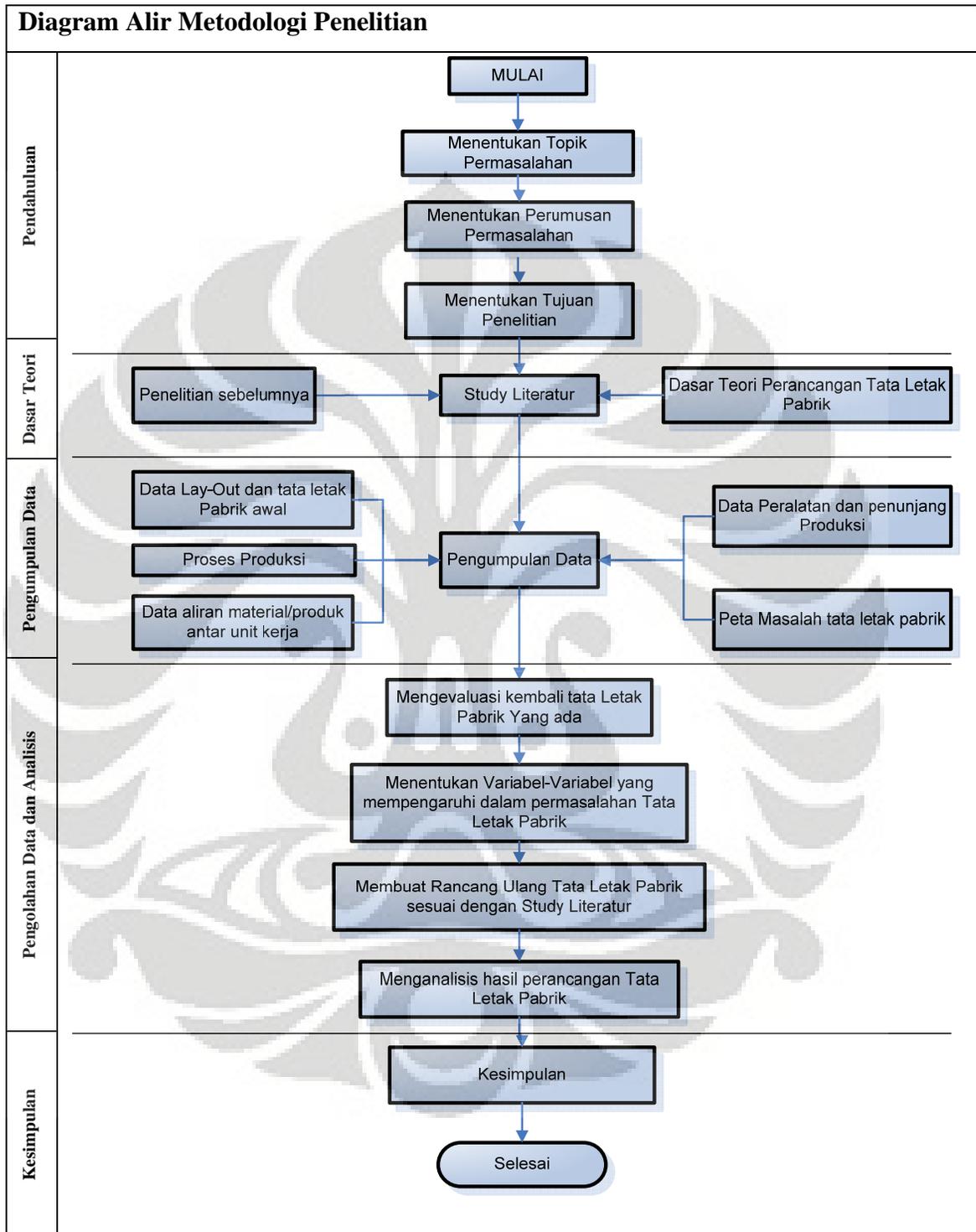
Tujuan penelitian kali ini adalah untuk mengoptimalkan Tata Letak Pabrik Pengolahan Logam mulia sesuai dengan kaidah yang benar.

1.5 Asumsi dan Batasan Masalah

Beberapa asumsi dan batasan yang digunakan dalam penelitian yang diusulkan ini adalah:

1. Tata letak yang belum sesuai dengan kaidah dan terdapat pada pabrik pengolahan emas yang berada di Jakarta sehingga mengakibatkan tidak optimalnya aliran bahan dari satu proses ke proses berikutnya.
2. Batasan yang akan di teliti dan diperbaiki tata letaknya adalah area Alir material dari bahan mentah menjadi bahan jadi dan sampai ke Customer. Alir Barang meliputi tata letak pabrik, jalur mutasi barang dan pengiriman barang.

1.6 Metodologi Penelitian



Gambar 1.3. Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Secara umum, pembahasan penelitian ini terdiri dari beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut :

- Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini, diagram keterkaitan masalah, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.
- Bab 2 merupakan landasan teori dan tinjauan pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini. Landasan teori yang dibahas meliputi kaidah tata letak pabrik, penyusunan instrument pengumpul data, analisa faktor, analisa regresi majemuk, dan analisa diskriminan.
- Bab 3 berisi tentang metode penelitian ini yaitu pengumpulan data dan dilanjutkan dengan pengolahan data. Metode penelitian yang dibahas meliputi pengambilan data perusahaan dan referensi terkait dengan belum optimalnya aliran bahan, penyusunan kuisisioner, penyebaran kuisisioner, pengolahan data kuisisioner, analisa faktor, analisa regresi majemuk, dan penyusunan kembali tata letak pabrik yang sesuai dengan kaidah yang berlaku.
- Bab 4 berisi pembahasan dari pengumpulan dan pengolahan data penelitian. Pembahasan ini dilakukan terhadap hasil pengolahan data, yaitu data kuisisioner, analisa faktor, analisa regresi majemuk dan penyusunan kembali tata letak pabrik yang sesuai dengan kaidah yang berlaku.
- Bab 5 merupakan kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini. Kesimpulan yang diambil akan meliputi keseluruhan hasil pengolahan data kuisisioner mengenai lamanya aliran material dari satu proses ke proses berikutnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Rancang Fasilitas

2.1.1 Definisi rancang fasilitas

Rekayasawan rancang fasilitas menganalisis, membentuk konsep, merancang, dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini umumnya digambarkan sebagai rencana lantai. Yaitu susunan satu fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan, dan sarana lain) untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tatacara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara optimal, ekonomis dan dan aman.

Umumnya tujuan keseluruhan rancang fasilitas adalah membawa masukan (bahan, pasokan dll). Melalui setiap fasilitas dalam waktu tersingkat yang memungkinkan, dengan biaya yang wajar. Dalam batasan industri makin singkat sepotong bahan berada dalam pabrik, makin kecil keharusan pabrik menanggung beban buruh dan ongkos tak langsung.

Tata letak fasilitas yang dirancang dengan baik akan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi proses manufactur melalui minimalisasi transefer material, inventori *work-in-process*, dan *lead time*. Menurut penelitian, 30-75% dari keseluruhan biaya produksi bahkan dialokasikan untuk tata letak fasilitas dan pemindahan biaya (material handling)¹

2.1.2 Ruang lingkup rancang fasilitas

Ruang lingkup pekerjaan rancang fasilitas mencakup suatu kajian yang cermat paling tidak dari bidang-bidang berikut :

- a. Pengangkutan
- b. Penerimaan
- c. Gudang bahan baku
- d. Produksi

¹ Chiang, W.C., Kouvelis, P., *Op.Cit*

- e. Perakitan
- f. Pengemasan dan pengepakan
- g. Pemindahan barang
- h. Pelayanan pelanggan
- i. Kegiatan produksi penunjang
- j. Pergudangan
- k. Pengiriman
- l. Perkantoran
- m. Fasilitas luar (penunjang)
- n. Bangunan
- o. Lahan
- p. Lokasi
- q. Keamanan
- r. Buangan

Pekerjaan merancang fasilitas biasanya mulai dengan suatu analisis tentang produk yang akan dibuat, atau jasa yang akan diberikan, dan sebuah perhitungan tentang aliran barang atau kegiatan secara menyeluruh. Kemudian berlanjut dengan perencanaan terinci tentang susunan peralatan bagi tiap tempat kerja mandiri, langkah demi langkah.

Aliran barang biasanya merupakan tulang punggung fasilitas produksi, dan harus dirancang dengan cermat serta tidak boleh dibiarkan tumbuh dan berkembang menjadi satu pola lalu lintas yang membingungkan bagai benang kusut. Konsep ini dapat diringkas sebagai berikut :

1. Suatu perencanaan efisien bagi aliran barang adalah prasyarat bagi produksi yang ekonomis.
2. Pola aliran barang menjadi dasar bagi penyusunan fasilitas fisik yang efektif.
3. Pemindahan barang merubah pola aliran statis ke dalam satu kenyataan cerges, memberikan cara bagaimana barang dipindahkan.
4. Susunan fasilitas yang optimal disekitar pola alir barang dapat menghasilkan pelaksanaan berbagai proses yang berkaitan secara efisien.

5. Penyelesaian proses yang optimal dapat meminimumkan biaya produksi.
6. Biaya produksi minimum dapat memberikan keuntungan maksimum.

Karena pola alir baranglah yang menjadi dasar bagi rancangan seluruh pabrik, sebagaimana halnya juga bagi keberhasilan perusahaan meski seringkali dijumpai kurangnya penekanan pada penentuan rancangan paling optimal bagi aliran barang sepanjang fasilitas produksi.

2.1.3 Tujuan rancang fasilitas

Jika sebuah tataletak berfungsi untuk menggambarkan sebuah susunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang berkaitan, dimana barang-barang dapat diproduksi secara ekonomis, maka seyogyanya dirancang dengan memahami tujuan penataan letak. Tujuan utama rancang fasilitas² adalah:

1. Memudahkan proses manufactur
2. Meminimumkan pemindahan barang
3. Memelihara keluwesan susunan dan operasi
4. Memelihara perputaran barang-setengah-jadi yang tinggi
5. Menekan modal tertanam pada peralatan
6. Menghemat pemakaian ruang bangunan
7. Meningkatkan optimalisasi tenaga kerja
8. Memberi kemudahan, keselamatan bagi pegawai, dan memberikan kenyamanan dalam melaksanakan pekerjaan.

2.1.4 Perencanaan dan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Terdapat faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan tata letak fasilitas, diantaranya adalah :

1. Bangunan dan tanah
2. Kecenderungan usaha
3. Biaya bangunan dan operasi
4. Perlengkapan

² Apple, James M., 1977, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, hal. 5-6

5. Perluasan dan ekspansi
6. keuangan
7. keluwesan
8. Aliran produksi
9. Rencana jangka panjang
10. Perawatan dan pemeliharaan
11. Bahan baku
12. Pemindahan barang
13. Volume dan sifat produksi
14. Pelayanan yang disediakan

Proses perencanaan fasilitas akan lebih baik dipandang dalam konteks siklus hidup fasilitas. Walaupun perencanaan terhadap fasilitas hanya dilakukan sekali, perencanaan ulang fasilitas dianjurkan untuk dilakukan secara frekuentif untuk mensinkronisasikan fasilitas dengan tujuan yang selalu berubah-ubah. Proses perencanaan dan perancangan ulang fasilitas terkait dengan *continuous improvment* dari siklus perencanaan fasilitas. Proses ini terus berlangsung secara kontinu hingga memenuhi tujuan-tujuan yang terus mengalami perubahan.

Proses perencanaan dan perancangan fasilitas pabrik secara umum dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Definisikan permasalahan
 - Definisikan (atau redefinisikan) tujuan dari fasilitas
 - Tentukan aktifitas utama dan aktifitas pendukung yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan
2. Analisa permasalahan

Tentukan keterkaitan antar seluruh aktifitas, baik kualitatif maupun kuantitatif
3. Tentukan kebutuhan ruang/area untuk seluruh aktifitas
 - Seluruh kebutuhan peralatan, material, dan pegawai harus dipertimbangkan dalam perhitungan kebutuhan area setiap aktifitas.

- Susun rencana alternatif perancangan fasilitas, meliputi design *layout* alternatif, desain struktural, dan desain sistem pemindahan bahan (*material handling*).
4. Evaluasi alternatif rencana yang ada.
 5. Pilih alternatif rancangan yang paling sesuai
 6. Implementasikan desain rancangan fasilitas

2.2. Tata Letak Pabrik

2.2.1 Definisi dan Tujuan

Perancangan tata letak pabrik adalah suatu kegiatan yang menganalisa, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Dengan tujuan mengoptimalkan hubungan antara operator, aliran barang, aliran informasi, dan lain-lain dengan harapan dihasilkan suatu rancangan tempat produksi yang akurat, ekonomis dan aman.

Tata letak berfungsi untuk menggambarkan suatu susunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang berkaitan, dimana barang-barang dapat diproduksi secara ekonomis. Sehingga akan lebih baik jika memahami tujuan dan tata letak yang baik dari perancangan tata letak pabrik

Tujuan-tujuan dari perancangan tata letak pabrik adalah³ :

1. Memudahkan proses manufaktur.

Tata letak harus dirancang sedemikian sehingga proses manufaktur dapat dilaksanakan dengan cara yang sangat efektif. Dengan adanya susunan mesin, peralatan, dan tempat kerja sedemikian sehingga barang dapat bergerak dengan lancar sepanjang suatu jalur, selangsung mungkin.

2. Meminimumkan pemindahan barang

Tata letak yang baik harus dirancang sedemikian sehingga pemindahan barang minimum. Jika dapat dilaksanakan, pemindahan harus mekanis, dan semua pemindahan harus dirancang untuk memindahkan komponen menuju daerah

³ Apple, James M., 1977, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, hal. 5-8

pengiriman. Jika mungkin, komponen harus dalam keadaan diproses sambil dipindahkan.

3. Menjaga keluwesan

Meskipun sebuah pabrik atau departemen dapat dirancang untuk memproduksi sejumlah barang ada kalanya dihadapkan pada beberapa keadaan yang memerlukan perubahan kemampuan produksinya.

Beberapa perubahan yang terjadi mungkin saja dapat ditanggulangi dengan mudah jika diantisipasi dalam perencanaan awal. Cara yang umum untuk memudahkan penyusunan peralatan, adalah dengan membangun/memasang sistem utilitas pada tempat-tempat yang sambungan-sambungan pelayanannya dapat dipasangkan dengan mudah ketika bangunan didirikan.

4. Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi

Efektifitas terbesar operasi hanya dapat diperoleh jika bahan berjalan melewati proses yang diperlukan dengan waktu sesingkat mungkin. Setiap menit yang dilewatkan komponen dalam fasilitas akan menambah ongkos, melalui modal kerja yang tertanam

5. Menurunkan penanaman modal dalam peralatan

Susunan mesin dan susunan departemen yang tepat, dapat membantu menurunkan jumlah peralatan yang diperlukan. Misalnya, dua komponen yang berbeda, keduanya memerlukan pemakaian gerinda, mungkin dapat dilewatkan pada mesin yang sama,

sehingga dapat mengurangi biaya mesin. Jadi kecermatan dalam memilih metode pemrosesan dapat menghemat pembelian mesin

Setiap meter persegi luas lantai dalam sebuah pabrik memakan biaya. Penggunaan yang baik dari tiap meter persegi luas lantai dapat menekan ongkos tak langsung tiap unit satuan produk

6. Memberikan kemudahan, keselamatan dan kenyamanan pada pegawai

Dengan perancangan tata letak yang baik, keselamatan dapat terjamin melalui usaha-usaha yang dilakukan misalnya, peralatan yang menyebabkan kebisingan yang tinggi sebaiknya diisolir. Penempatan mesin-mesin dan peralatan lain yang

sedemikian rupa sehingga dapat mencegah kecelakaan pada pegawai dan kerusakan barang serta peralatan lainnya.

2.2.2 Jenis-jenis persoalan tataletak

Masalah tataletak sangat beragam, seringkali masalah yang dihadapi melibatkan penataletakan ulang dari satu proses yang telah ada atau perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan tertentu. Masalah tataletak jenisnya beragam :

1. **Perubahan rancangan**

Seringkali perubahan rancangan produk menuntut perubahan proses atau operasi yang diperlukan. Perubahan ini mungkin hanya memerlukan penggantian sebagian kecil tataletak yang telah ada, atau berbentuk perancangan ulang tataletak, bergantung pada perubahan-perubahan yang terjadi.

2. **Perluasan departemen**

Jika karena suatu alasan diperlukan menambah produksi suatu komponen produk tertentu, mungkin saja diperlukan perubahan pada tataletak. Hal ini mungkin hanya merupakan penambahan sejumlah mesin yang dengan mudah dapat diatasi dengan membuat ruangan, atau mungkin itu diperlukan perubahan seluruh tataletak jika perubahan produksi menuntut perubahan proses. Misalnya, jika selama ini dibuat kompresor dalam jumlah seratus, dapat digunakan ruang peralatan biasa. Tetapi juga jadwal diubah menjadi ribuan mungkin diperlukan pemasangan sekelompok mesin serbaguna.

3. **Pengurangan departemen**

Masalah ini merupakan kebalikan masalah yang baru saja dikemukakan diatas. Jika jumlah produksi berkurang secara drastis dan menetap, perlu dipertimbangkan pemakaian proses yang berbeda dari proses sebelumnya yang digunakan untuk produksi tinggi. Perubahan seperti ini mungkin menuntut disingkirkan peralatan yang telah ada sekarang dan merencanakan pemasangan jenis peralatan ini.

4. Penambahan produk baru

Jika produk dan yang serupa dengan produk yang sedang dikerjakan selama ini ditambahkan pada lintas produksi, masalah yang utama adalah perluasan departemen. Tetapi jika produk baru ini berbeda dari yang sedang diproduksi, dengan sendirinya muncul persoalan baru. Peralatan yang ada dapat digunakan dengan menambah beberapa mesin baru disana sini dengan menambah beberapa mesin baru dalam tata letak yang telah ada dengan penyusunan ulang minimum atau departemen baru maupun pabrik baru.

5. Pemindahkan satu departemen

Memindahkan satu departemen dapat menimbulkan masalah tata letak yang besar. Jika tata letak yang ada sekarang masih memenuhi, hanya diperlukan pemindahan ke lokasi lain. Jika tata letak yang ada sekarang tidak memenuhi lagi, kesempatan ini menghadirkan kemungkinan untuk pembetulan kekeliruan yang lalu. Hal ini dapat berubah kearah penataletakan ulang pada wilayah yang baru.

6. Penambahan departemen baru

Masalah ini dapat timbul dari harapan untuk mengkonsolidasikan, misalnya, pekerjaan mesin bor dari seluruh departemen ke dalam satu departemen terpusat, atau mungkin ini akibat kebutuhan akan pengadaan suatu departemen untuk pekerjaan yang belum ada sebelumnya. Masalah seperti ini mungkin timbul jika kita menetapkan untuk membuat suatu komponen yang selama ini dibeli dari perusahaan lain.

7. Peremajaan peralatan yang rusak

Persoalan ini mungkin menuntut pemindahan peralatan yang berdekatan untuk mendapatkan tambahan ruang.

8. Perubahan metode produksi

Setiap perubahan kecil dalam satu tempat kerja seringkali mempunyai pengaruh terhadap tempat kerja yang berhampiran. Hal ini akan menuntut peninjauan kembali atas wilayah terlibat.

9. Penurunan biaya

Hal ini tentunya merupakan akibat dari setiap kegiatan perubahan tataletak ulang dari keadaan diatas

10. Perencanaan fasilitas baru

Persoalan ini merupakan persoalan tataletak terbesar. Disini rekayasawan umumnya tidak dibatasi oleh kendala fasilitas yang ada. Dia bebas merencanakan tataletak yang paling baik yang dapat dipakai. Bangunan dapat dirancang untuk menampung tataletak setelah diselesaikan. Ini adalah tataletak yang ideal yang dapat dicapai. Fasilitas dapat ditata untuk kegiatan manufactur terbaik. Kemudian dinding dapat direncanakan sekeliling tataletak dengan bentuk tatanan fisik yang sesuai dengan yang ditetapkan.

Setiap situasi di atas dapat muncul dihadapan rekayasawan tataletak. Masing-masing sama menariknya, masing-masing menunjukkan persoalan tersendiri yang perlu diselesaikan; dan meski rekayasawan telah dengan segenap usahanya menyelesaikan penata letakan secara lengkap, dia akan selalu merasa adanya tatanan yang lebih baik yang mestinya dia dapatkan.

Bangunan dirancang sesuai dengan tata letak ideal yang dapat dicapai. Tataletak pabrik umumnya

Disamping adanya alasan umum bagi persoalan tata letak atau proyek tata letak ada pula situasi tidak biasa atau kesulitan-kesulitan yang dapat menunjukkan perlunya pengkajian atas tataletak yang telah ada. Beberapa petunjuk ini adalah:

1. Bangunan tidak cocok dengan yang dibutuhkan
2. Kegagalan dalam menerapkan jalur teknik produksi ketika diterapkan
3. Perubahan rancangan produk atau proses dibuat tanpa membuat perubahan yang diperlukan pada tata letak
4. Pemasangan peralatan tambahan tanpa mempertimbangkan keterkaitannya dengan pola alir yang ada
5. Waktu terbuang dan menganggur yang tidak terduga
6. Kesulitan pengendalian ketersediaan
7. Menurunnya produksi pada suatu tempat kerja

8. Kondisi penuh sesaknya ruang-ruang kerja
9. Terlalu banyak orang yang memindahkan barang
10. *Bottleneck* dalam produksi
11. Langkah balik
12. Penyimpanan sementara terlalu banyak
13. Hambatan dalam aliran barang
14. Kesulitan penjadwalan
15. Pemborosan ruangan
16. Menganggunya orang dan peralatan
17. Waktu pemrosesan yang berlebihan
18. Perawatan bangunan yang jelek

2.2.3 Tanda-Tanda Tataletak yang Baik

Tata letak yang ideal terwujud dengan memiliki beberapa karakteristik yang jelas yang dapat dilihat bahkan dari satu pengamatan biasa. Diantaranya yang paling penting adalah :

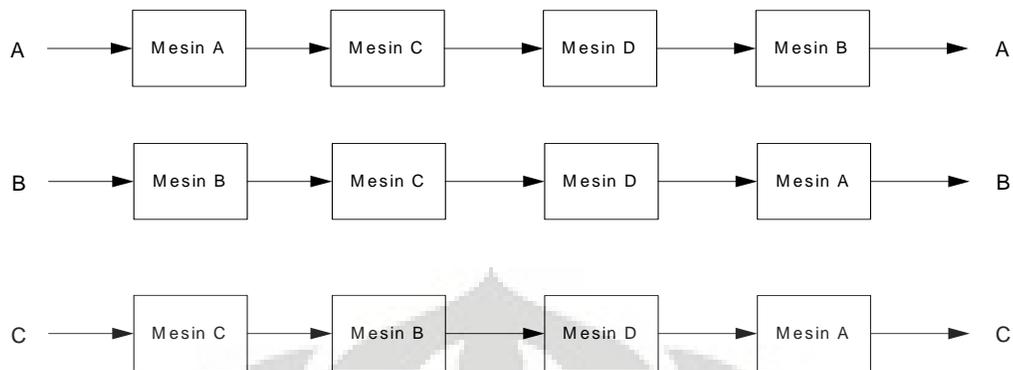
1. Keterkaitan terencana
2. Pola aliran barang terencana
3. Aliran yang lurus
4. Langkah balik (kembali ketempat yang telah dilalui) yang minimum
5. Jalur aliran tambahan
6. Gang yang lurus
7. Pemindahan antar operasi minimum
8. Metode pemindahan yang terencana
9. Jarak pemindahan yang minimum
10. Pemrosesan digabung dengan pemindahan bahan
11. Pemindahan bergerak dari pemindahan menuju pengiriman
12. Operasi pertama dekat dengan penerimaan menuju pengiriman
13. Operasi terakhir dekat dengan pengiriman
14. Penyimpanan pada tempat pemakaian jika memungkinkan

15. Tataletak yang dapat disesuaikan dengan perubahan
16. Direncanakan untuk perluasan terencana
17. Barang setengah jadi minimum
18. Sedikit mungkin bahan yang tengah diproses
19. Pemakaian seluruh rantai pabrik maksimum
20. Ruang penyimpanan yang cukup
21. Penyediaan ruang yang cukup antar peralatan
22. Bangunan didirikan disekeliling tata letak
23. Bahan diantar ke pekerja dan diambil dari tempat kerja
24. Sedikit mungkin jalan kaki antar operasi produksi
25. Penempatan yang tepat untuk fasilitas pelayanan produksi dan pekerja
26. Alat pemindahan mekanis dipasang ditempat yang sesuai
27. Fungsi pelayanan pekerja yang cukup
28. Pengendalian kebisingan, kotoran, debu, asap, kelembaban dan sebagainya yang cukup
29. Waktu pemrosesan bagi waktu produksi total maksimum
30. Sedikit mungkin pemindahan barang
31. Pemindahan ulang minimum
32. Pemisah tidak mengganggu aliran barang
33. Pemindahan barang oleh buruh langsung sedikit mungkin
34. Pembuangan barang sisa sekecil mungkin
35. Penempatan yang pantas bagi bagian penerimaan dan pengiriman

2.2.4 Tipe Tata Letak

2.2.4.1 Tata Letak Produk (*product layout*)

Pada tata letak ini mesin dan peralatan disusun menurut urutan proses/pengerjaan pada suatu produk dan tata letak ini biasanya digunakan untuk produksi dengan jenis produk sedikit tetapi jumlahnya besar (*mass production*). Contohnya : pabrik semen, pupuk, minuman, kertas dan sebagainya



Gambar 2.1. Tata Letak Produk

Kelebihan tata letak ini adalah :

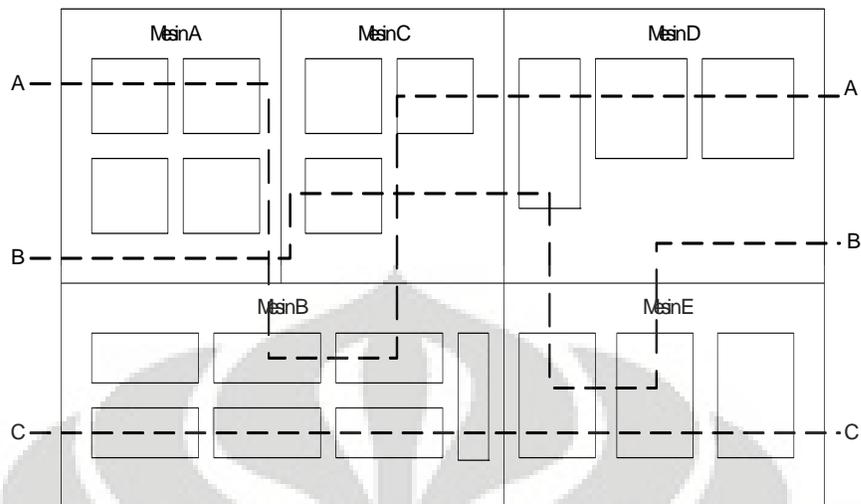
1. proses mengalir dalam jalur yang lurus
2. penumpukan barang setengah jadi sedikit, sehingga tidak banyak membutuhkan tempat untuk barang setengah jadi
3. waktu produksi total per unit lebih singkat karena proses terus mengalir
4. mesin dapat diatur, sehingga biaya pemindahan bahan rendah karena hanya berfokus pada satu produksi
5. memungkinkan perencanaan dan pengendalian produksi yang lebih sederhana
6. biasanya biaya tenaga kerja rendah terutama untuk pelatihan

Kekurangan tata letak ini adalah :

1. kerusakan pada salah satu mesin dapat menyebabkan seluruh lintasan terhenti
2. bila produk berganti mengharuskan perubahan tata letak
3. kecepatan produksi dibatasi oleh mesin terlamban
4. *supervisi* lebih bersifat umum
5. investasi lebih mahal karena mesin yang dibutuhkan lebih banyak

2.2.4.2 Tata Letak Proses (*process layout*)

Pada tata letak ini mesin/peralatan dikelompokkan atas dasar mesin sejenis (kesamaan fungsi operasinya) dan tata letak ini biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai variasi yang banyak dan jumlahnya sedikit. Contoh, bengkel, pemintalan dan sebagainya.



Gambar 2.2. Tata Letak Proses

Kelebihan tata letak ini adalah :

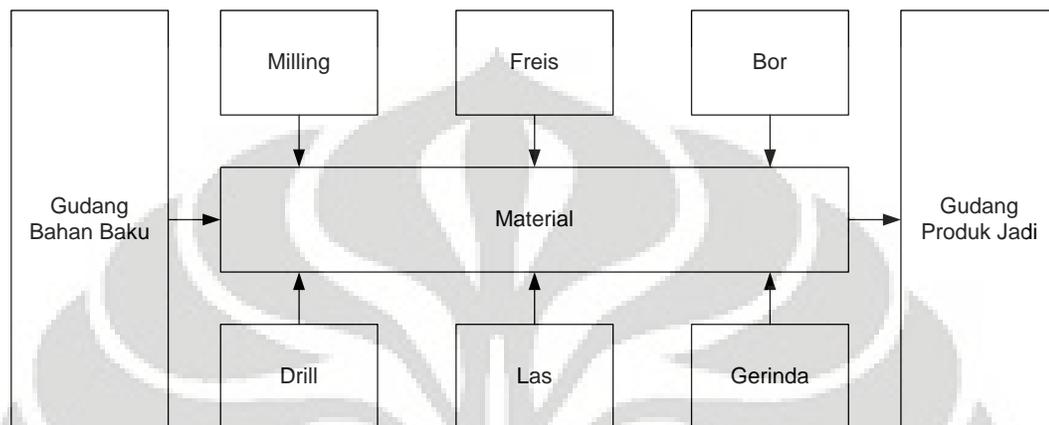
1. pemanfaatan mesin lebih baik sehingga jumlah mesin lebih sedikit
2. lebih fleksibel terhadap suatu perubahan produk
3. investasi untuk mesin lebih rendah
4. tugas beragam, tidak membosankan operator
5. pengawasan lebih mudah, karena pengawasan yang mempunyai spesialis dapat berperan

Kekurangan tata letak ini adalah :

1. ongkos pemindahan bahan tinggi
2. sistem perencanaan dan pengendalian produksi lebih rumit
3. waktu total produksi lebih lama
4. penumpukan barang setengah jadi lebih banyak, sehingga membutuhkan tempat yang lebih banyak.
5. diperlukan keterampilan operator yang majemuk

2.2.4.3 Tata Letak Tetap (*Fixed Layout*)

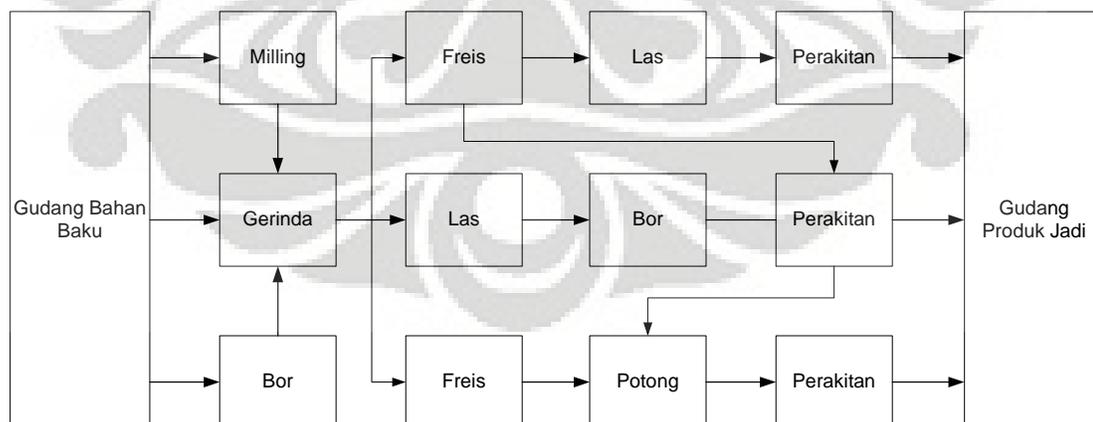
Tata letak ini digunakan untuk produk yang sangat besar sehingga produk tetap ditempat sedangkan peralatan yang mendatangi produk tersebut. Contoh: pesawat, lokomotif, kapal laut, dan sebagainya.



Gambar 2.3. Tata Letak Tetap

2.2.4.4 Tata Letak Kelompok (*Group Technology*)

Pada tata letak ini, produk dikelompokkan berdasarkan kesamaan proses menjadi satu famili produk, kemudian proses dikembangkan untuk mengakomodir setiap famili produk. Maka setiap famili produk terbentuk satu lintasan produk.



Gambar 2.4. Tata Letak Kelompok

Keuntungan dan kerugian dari masing-masing *layout* tersebut ditampilkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Keuntungan dan Kerugian dari *Product Layout*, *Process Layout*, *Fixed Layout*, dan *Group Technology Layout*

<i>Product Layout</i>	
<i>Keuntungan</i>	<i>Kerugian</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aliran material lancar, sederhana dan logis 2. Inventori WIP kecil 3. Waktu total produksi per unit kecil 4. kebutuhan <i>material handling</i> sedikit 5. Keterampilan personil yang diperlukan tidak tinggi 6. Kontrol produksi sederhana 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berhenti satu mesin mengakibatkan seluruh lini terhenti 2. Perubahan desain mengakibatkan <i>layout</i> tidak terpakai 3. Stasiun kerja terlama mempengaruhi seluruh lini 4. Membutuhkan pengawasan umum 5. Investasi peralatan tinggi 6. inventori barang jadi besar
<i>Process Layout</i>	
<i>Keuntungan</i>	<i>Kerugian</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan utilitas mesin 2. Peralatan <i>general-purpose</i> dapat digunakan 3. Sangat fleksible dalam alokasi personil dan peralatan 4. Perbedaan tugas untuk personil 5. Memungkinkan pengawasan khusus 6. Inventori barang jadi kecil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan kebutuhan <i>material handling</i> 2. Membutuhkan kontrol produksi yang rumit 3. Meningkatkan WIP 4. Lini produksi yang panjang 5. Membutuhkan keterampilan yang tinggi untuk mengakomodasi keragaman tugas personil

Tabel 2.1. (Lanjutan) Keuntungan dan Kerugian dari *Product Layout, Process Layout, Fixed Layout*, dan *Group Technology Layout*

<i>Fixed Layout</i>	
<i>Keuntungan</i>	<i>Kerugian</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Perpindahan material kecil 2. Memungkinkan Job enrichment 3. Sangat fleksible, dapat mengakomodasi perubahan desain produk, bauran produk, dan volume produksi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perpindahan personil dan peralatan tinggi 2. Memungkinkan duplikasi peralatan 3. Membutuhkan keterampilan pekerja yang tinggi 4. Membutuhkan pengawasan umum 5. Kebutuhan ruang tinggi 6. Membutuhkan kontrol yang ketat dan koordinasi dalam jadwal produksi
<i>Group Technology Layout</i>	
<i>Keuntungan</i>	<i>Kerugian</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. tingkat utilitas mesin tinggi 2. Aliran material lancar, jarak tempuh lebih kecil dibandingkan <i>proses layout</i> 3. Mendorong peralatan <i>general-purpose</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan pengawasan umum 2. Membutuhkan keterampilan kerja yang tinggi 3. Apabila aliran di setiap sel tidak seimbang, dibutuhkan <i>buffer</i> dan <i>WIP</i> di dalam sel 4. Menurunkan kesempatan penggunaan <i>Special-purpose</i>

2.2.5. Prosedur *Layout*

Beberapa pendekatan dalam pembuatan layout pabrik :

- *Apple's Plant Layout Prosedure*⁴.

Urutan langkah dalam pembuatan layout pabrik sebagai berikut^a :

1. Mengumpulkan data dasar
2. Menganalisis data dasar
3. Merancang proses produktif
4. Merencanakan pola aliran material
5. Mempertimbangkan rencana pemindahan material menyeluruh
6. Menghitung kebutuhan peralatan
7. Merencanakan stasiun kerja mandiri
8. Memilih peralatan pemindahan material tertentu
9. Mengkoordinasikan kelompok operasi yang berkaitan
10. Merencanakan keterkaitan aktifitas
11. Menentukan kebutuhan gudang
12. Merencanakan aktifitas pelayanan dan pendukung
13. Menentukan kebutuhan ruang
14. Mengalokasikan aktifitas ke seluruh ruangan
15. Mempertimbangkan jenis bangunan
16. Membangun tata letak induk
17. Mengevaluasi, menyesuaikan, dan memeriksa *layout* dengan orang yang tepat
18. Memperoleh persetujuan
19. Membangun Layout
20. Tindak lanjut implementasi layout

- *Reed's Plant Layout Prosedure*⁵,

Berikut langkah-langkah sistematis pembuatan layout pabrik oleh Reed^a :

1. Menganalisis produk yang akan diproduksi
2. Menentukan proses yang diperlukan untuk memproduksi produk

⁴ · Apple, James M., 1977, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, hal. 5-8

⁵ · Reed Jr, *Plant Layout : Factors, principles and Techniques*, Richard D, Irwin, IL, 1961

3. Membuat *layout planning chart*
4. Menentukan stasiun kerja
5. Menganalisis kebutuhan area gudang
6. Menentukan lebar minimum gang
7. Menentukan kebutuhan kantor
8. Mempertimbangkan fasilitas dan pelayanan personal
9. Mensurvey pelayanan pabrik
10. Menyediakan ekspansi untuk masa datang



BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Profil Perusahaan

3.1.1 Sejarah singkat Perusahaan Pengolahan Logam Mulia

Perusahaan ini merupakan salah satu unit dibawah naungan Sebuah BUMN. yang berada dilokasi DKI Jakarta dengan luas total lahan 20.000 m².

Uraian kegiatan yang dilakukan oleh Perusahaan adalah melakukan pengolahan dan pemurnian logam mulia emas dan perak, selain itu juga melakukan kegiatan penunjang, yakni kegiatan jasa laboratorium, manufacturing bahan logam mulia dan kegiatan perdagangan. Sumber bahan-bahan galian yang diolah ini berasal dari berbagai kegiatan diantaranya :

- Hasil produksi Unit Pertambangan Emas Cikotok berupa presipitat
- Kontrak Karya antara lain : PT. Lusang Mining, PT. Ara Tutut, PT. Ampalit Mas Perdana dan PT. Monterado.
- Masyarakat berupa bermacam - macam emas rongsokan

Bahan - bahan galian ini diolah dan dimurnikan hingga kadar emas dan peraknya meningkat menjadi 99,99 %.

Jenis produksi yang dihasilkan dari kegiatan Perusahaan ini antara lain: batangan emas murni, granul perak, dan di samping itu juga membuat peralatan kelistrikan, kedokteran gigi, laboratorium maupun jenis - jenis peralatan untuk industri.

3.1.2 Luas Area Perusahaan

Perusahaan Pengolahan dan Pemurnian dengan luas total area 20.000 m², adapun perincian penggunaan lahan sebagai berikut

Tabel 3.1. Luasan Penggunaan Bangunan

No.	Penggunaan	Luas Lahan
1	Kantor	1.600 m ²
2	Pabrik	8.500 m ²
3	Penghijauan	3.000 m ²
4	Rawa	3.000 m ²
5	Parkir	1.400 m ²
6	Jalan	2.000 m ²
7	Lapangan Olahraga	500 m ²
	Total	20.000 m ²

Untuk area pabrik terbagi menjadi beberapa divisi/ satuan kerja, dan berdasarkan regulasi keamanan berdasarkan tingkatan keamanannya. Bagian yang masuk ke wilayah area pabrik adalah sebagai berikut :

1. Manufacturing
2. Pemeriksaan Fisik (PPM)
3. Kluis
4. Pemurnian Emas (PE)
5. Pemurnian Perak (PP)
6. Peleburan
7. Laboratorium Analisa
8. Pemeliharaan Pabrik
9. Receiving Area

Yang masing-masing unit kerja dilengkapi dengan fasilitas pendukung lainnya. Pada awalnya pembuatan pabrik ini tidak terkonsep secara tumbuh kembang perusahaan baik dari segi peningkatan jenis produk maupun penggunaan teknologi yang makin berkembang, pembuatan pada bangunan pabrik berdasarkan kebutuhan pada saat itu. Berkembangnya waktu terjadi perubahan-perubahan baik kapasitas produknya maupun jenis dari produk yang dikembangkan sehingga menyebabkan perubahan tataletak pabrik pada area yang masih bisa dimanfaatkan atau area kosong ataupun pertukaran tempat yang tidak terdapat peralatan tetap/ bisa dipindahkan tanpa melihat aliran bahan dari satu proses bagian ke proses bagian berikutnya. Sehingga aliran bahan pada Pabrik Pengolahan dan Pemurnian, Tataletak pabriknya baik dari satu divisi ke divisi lain maupun dari satu proses ke proses berikutnya penempatannya masih belum sesuai dengan kaidah tataletak pabrik, dimana hal ini mengakibatkan aliran bahan dari satu tempat ke tempat menjadi lebih panjang dan waktu proses secara keseluruhan menjadi lebih lama serta menanggung beban biaya pegawai dan ongkos tak langsung.

Perusahaan ini kedepannya akan berkembang dengan mendirikan pabrik baru dimana pabrik lama digunakan sebagai acuan untuk pembuatan pabrik baru, dengan masih belum sesuainya baik *layout* maupun tataletak pabrik lama maka

dibuatkan perencanaan tataletak pabrik baru berdasarkan kebutuhan yang diambil / mengacu pada pabrik Logam Mulia yang ada sekarang.

3.1.3 Sumber Daya Manusia

Jumlah karyawan Perusahaan ini seluruhnya adalah 210 orang. Yang terdapat dari berbagai divisi atau satuan kerja. Adapun divisi yang ada pada perusahaan ini adalah sebagai berikut.

1. Vice President
2. Deputy Vice President of Operation
3. Refining (PE, PP, Peleburan, Pengolahan Limbah)
4. Manufacturing (Medali, Industri Lain)
5. Bisniss Development Engginering (BDE)
6. Quality Control (QC)
7. Marketing
8. Finance
9. Procurement
10. HRD
11. Safety & Environment
12. Quality Assurance (QA)

Sedangkan jumlah SDM yang berada di area pabrik dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 3.2. Jumlah SDM Area Pabrik

No	Jabatan/Divisi	Jumlah
1	Manufacturing Manager	1
2	Superintendent Medali	1
3	Operator Medali	16
4	Superintendent Industri Lain	1
5	Operator Industri Lain	7
6	QC Manager	1
7	Superintendent PPM	1
8	Operator PPM	6
9	Superintendent Lab Analisa	1

Tabel 3.2. (Lanjutan) Jumlah SDM Area Pabrik

10	Operator Lab Analisa	4
11	Superintendent Kluis	1
12	Operator Kluis	3
13	Refinery Manager	1
	Staff Refinery Manager	1
14	Superintendent PE	1
15	Operator PE	13
16	Superintendent PP	1
17	Operator PP	8
18	Superintendent Peleburan	1
19	Operator Peleburan	7
20	Superintendent Pem. Pabrik	1
21	Operator Pem. Pabrik	3
	TOTAL	80 Orang

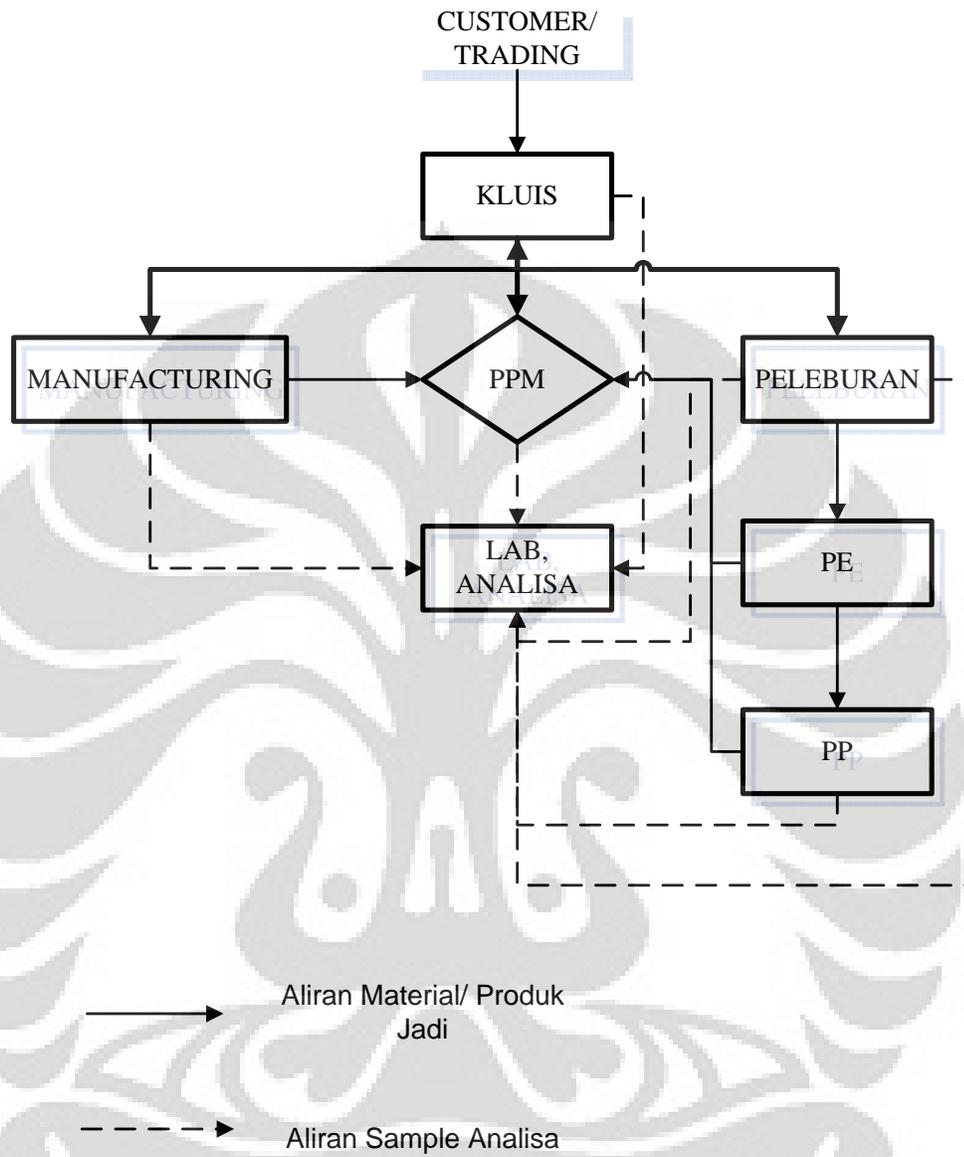
3.2. Pendataan Pendahuluan

Dalam pembahasan yang akan dilakukan, maka diperlukan data-data sebelum perbaikan yang berguna untuk pembuatan perancangan pabrik yang baru. Adapun untuk mendapatkan data-data tersebut dengan pengambilan data di lapangan utamanya di area produksi secara keseluruhan. Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut

- Bagan alir proses aliran material (dore) dan produk jadi
- Jenis peralatan produksi
 - Lay-Out awal dan tata letak
 - Data frekwensi dan aliran material yang terjadi antara unit kerja
 - Peta masalah tata letak pabrik dan faktor pendukung lainnya.

3.2.1 Bagan Alir Proses Aliran Material dan Produk

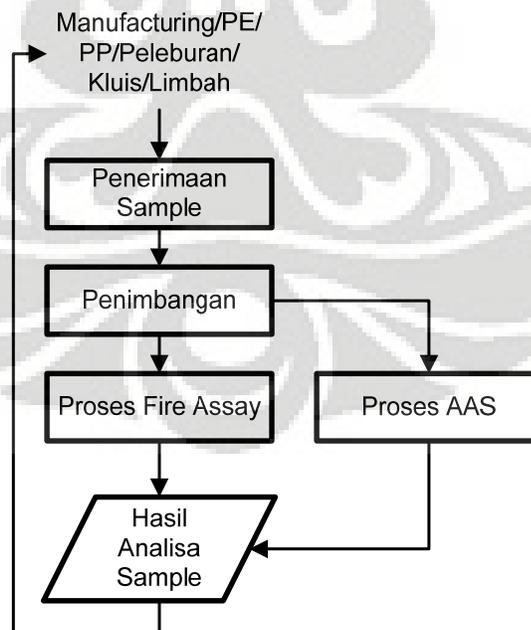
Bagan alir proses yang dicantumkan berikut ini adalah proses Material (dore) yang belum di proses dan produk jadi serta pengiriman sample, bukan aliran bahan secara keseluruhan (bahan pembantu). Dan bagan alir proses ini hanya mencakup aliran material belum termasuk petugas terkait.



Gambar 3.1 Bagan Alir proses Aliran Material (dore) dan Produk Jadi



Gambar 3.2 Bagan Alir proses Aliran Produk Jadi di Unit Kerja PPM



Gambar 3.2 Bagan Alir proses Aliran Sample di Unit Kerja Lab Analisa

3.2.2 Pengumpulan Data Peralatan Produksi

3.2.2.1 Data Peralatan Produksi

Peralatan produksi yang di data adalah peralatan produksi utama serta juga terdapat peralatan pendukung yang digunakan dan yang sudah tidak digunakan. Jenis alat yang ditampilkan pada gambar tata letak pabrik adalah kondisi alat tetap/ tidak bergerak/tidak dapat dipindahkan.

Tabel 3.3 Jenis Peralatan yang digunakan

No	Lokasi	Deskripsi	Ø	P (cm)	L (cm)	Jml
A	PPM (1)					
1		Meja Superintendent		160	80	1
2		Meja sample		240	74	1
3		Meja timbang		200	74	1
4		Meja Packing		325	120	1
5		Locker		100	45	1
6		Meja Komputer		70	30	1
7		Proyektor		80	60	1
8		Lemari buku		225	60	1
9		Lemari barang		120	44	1
10		File cabinet		62	46	1
11		Brankas		70	55	1
12	(2)	Meja sample		285	58	1
13		Meja computer		130	70	1
14		Meja timbang		100	60	1
15		Meja packing nitrat		142	75	1
B	KLUIS					
1		Lemari File A		150	50	1
2		Lemari File B		150	35	1
3		Lemari File Rendah		150	50	1
4		Meja pegawai besar		160	70	1
5		Meja pegawai		110	65	3
6		Meja computer		110	45	2
C	Lab Analisa					
1		Meja timbang		556	73	1
2		Meja sample		200	100	1
3		lemari brankas		83	70	1
4		Meja AAS		430	100	1
5		Meja ADM		120	68	1
6		Meja computer		247	74	1
7		Meja adm		200	7	1
8		Meja X-Ray		240	73	1
9		Lemari asam		376	90	1
10		Lemari parting		180	70	1
11		Carbolite		75	85	1

Tabel 3.3. Jenis Peralatan yang digunakan

No	Lokasi	Deskripsi	ø	P (cm)	L (cm)	Jml
12		lemari APD		171	45	1
13		Meja sample		400	92	1
14		Wastafel		85	80	1
15		Meja analisa		360	153	1
16		wastafel alat lab		455	70	1
17		almari barang		202	25	1
18		lemari asam		100	25	2
19		wastafel		303	72	1
20		Meja makan		150	90	1
21		Meja ADM		120	74	2
22		lemari buku		234	45	1
23		lemari buku		25	60	1
24		Meja ADM		15	78	1
25		Meja ADM		157	76	1
26		Lemari buku		339	50	1
D	Pemurnian Perak					
1		Sel anode (7 sel, 4 baris)		100	100	24
2		Bak pengering nitrat		188	47	1
3		lemari penguapan 1		293	90	1
4		lemari penguapan 2		134	90	1
5		corong penyaring		108	53	2
6		bak pelarutan PN		100	100	1
7		mesin ayak		100	150	1
8		gerobak penampung PN		100	100	1
9		lemari asam		125	90	1
10		timbangan mac 300 kg		90	75	1
11		lemari brankas		60	60	1
13		tanki penggaraman	1.33			1
14		tanki leaching slime	1.33			2
15		Tanki vakum	1.33			1
16		mesin bor		82	60	1
17		meja sample		100	70	1
18		meja titrasi		120	60	1
19		Meja kantor besar		80	160	1
20		lemari buku rendah		46	150	1
21		lemari 1		80	40	1
22		meja kator kecil		100	55	1
23		Meja makan		188	90	1
24		Lemari makan		200	62	1
25		Meja timbang		40	60	1
26		Locker		80	40	1
E	Peleburan					
1		Dapur Monarch		1440	850	1
2		Dapur Morgan		2140	1740	1

Tabel 3.3. (Lanjutan) Jenis Peralatan yang digunakan

No	Lokasi	Deskripsi	Ø	P (cm)	L (cm)	Jml
4		Morgan Furnace I		600	635	1
5		Morgan Furnace II		570	635	1
F	pemurnian Emas					
1		Ind. Furnace		160	3.5	2
2		Morgan Untuk Perak		110	75	1
3		Saringan AgCl		680	170	1
4		Silver leach		150	150	3
5		Rectifer Emas				
6		Mesin Potong I		110	70	1
7		Meja potong		70	50	1
8		Mesin Potong II		1.10	70	1
9		Meja Seri nomorator		10	163	1
10		Meja Mesin Press Hydraulic Casting		50	100	1
11		meja matris		90	48	1
12		meja timbang I		226	80	1
13		meja timbang II		150	80	1
G	Ruang Pemeliharaan Pabrik					
1		Meja kerja		120	70	5
2		Meja Kerja besar		160	70	1
3		Lemari buku		225	60	1
H	Manufacturing					
1.		Mesin bubut spinning		200	60	
2.		Mesin bubut poles		130	60	
3.		Mesin press		120	70	
4.		Lemari		200	40	
5.		Meja		120	70	
6.		Meja casting I		70	90	
7.		Meja casting II		100	70	
8.		Mesin oven lilin		180	87	
9.		Lemari rak		176	60	
10.		Lemari penyepuhan		300	53	
11.		Mesin potong plat I		200	90	
12.		Mesin potong plat II		150	46	
13.		Lemari besi		120	50	
14.		Lemari brankas		72	90	
15.		Lemari arsip		92	46	
16.		Meja II		120	50	
18.		Meja komputer I		72	28	
19.		Meja finishing cincin		92	46	5
20.		Mesin GPC		240	83	

Tabel 3.3. (Lanjutan) Jenis Peralatan yang digunakan

No	Lokasi	Deskripsi	Ø	P (cm)	L (cm)	Jml
21.		Lemari brankas besar		78	72	
22.		Lemari brankas kecil		63	62	
23.		Meja komputer 1		120	50	
24.		Meja komputer 2		120	50	
25.		Meja finishing I		200	74	
26.		Meja finishing II		200	74	
27.		Lemari arsip		155	45	
28.		Lemari matris I		103	72	
29.		Lemari matris II		103	72	
30.		Meja komputer grafir I		120	50	
31.		Meja computer grafir II		120	50	
32.		Mesin press 300 ton		153	63	
33.		Mesin press 300 ton		129	63	
34.		Mesin press 100 ton		124	45	
35.		Meja		120	50	
36.		Mesin gelas besar		320	230	
37.		Mesin gelas sedang		150	62	
38.		Mesin gelas kecil		90	38	
39.		Mesin pon besar		120	90	
40.		Mesin pon kecil I		65	43	
41.		Mesin pon kecil II		65	43	
42.		Mesin pon kecil III		65	43	
43.		Lemari alat pisau pon		160	50	
44.		Mesin bubut		200	70	
45.		Mesin aneling		225	38	
46.		Mesin grinding		130	60	
47.		Mesin bor		90	80	
48.		Mesin poles		150	83	
49.		Mesin Warkat		190	140	
50.		Mesin Engraving CNL		160	145	
51.		Meja computer		120	50	

3.2.2.2 Data Peralatan Material Handling

Penggunaan Peralatan material handling yang digunakan untuk membantu proses aliran material dari satu unit kerja ke unit kerja berikutnya maupun aliran bahan di dalam satu unit menggunakan material handling, baik berupa *trolley* maupun *handlift* maupun dengan baki untuk kapasitas yang sangat kecil. Perusahaan ini belum menggunakan material handling secara otomatis. Hal ini menyangkut biaya investasi peralatan yang sangat besar, dan hal itu tidak dimungkinkan.

Oleh karena itu material handling yang digunakan dalam proses masih menggunakan bantuan tenaga manusia. Dimensi material handling yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4. Jenis Peralatan yang digunakan

No	Jenis	Kapasitas (Kg)	Ukuran (cm)
1.	<i>Trolley</i>	500	100 x 60
	<i>Trolley tertutup</i>	200	100 x 60
	<i>Handlift</i>	2000	100 x 150
	<i>Forklift</i>	3000	140 x 250

3.2.3 *Layout* awal dan tataletak

3.2.3.1 Luasan area pabrik

Luasan area pabrik yang akan dilakukan penataan ulang hanya sebatas area proses produksinya saja beserta divisi pendukung, dan dibedakan berdasarkan Unit Kerja. Luasan area ini diukur berdasarkan total luasan dari masing-masing ruangan pada area unit kerja. Area ruang Manager Refining masuk ke dalam area Pemeliharaan Pabrik, ruang Boiler masuk ke dalam area Pemurnian Perak.

Tabel 3.5. Luas area unit kerja

No	Unit Kerja	Luas (m ²)
1.	Manufacturing	553
2.	Pemeriksaan Fisik (PPM)	76,4
3.	Kluis	84,8
4.	Pemurnian Emas (PE)	435,9
5.	Pemurnian Perak	510,8
6	Peleburan	302,6
7.	Laboratorium Analisa	222
8.	Pemeliharaan Pabrik	65,5
9.	Reciving Area	82

3.2.3.2 Pembuatan *layout* dan tataletak Pabrik area produksi

Layout dan tata letak pada area pabrik untuk kondisi sekarang terdapat pada (Lampiran 1).

Dari hasil Pengumpulan data berdasarkan pengukuran dan pendataan di lapangan dimana digambarkan dari *layout* dan tataletak pabrik serta Peralatan yang digunakan sebagai acuan pembuatan *layout* yang baru.

Dari gambar *layout* awal memiliki beberapa kekurangan, Yaitu

- Peralatan yang sudah tidak dapat digunakan masih terdapat ditempat, hal ini menyebabkan ruangan menjadi sesak serta dan mengurangi untuk tempat alat yang baru/ perbaikan teknologi
- Fasilitas produksi di dalam beberapa area unit kerja tidak disesuaikan dengan kebutuhan pekerja (tidak ergonomis), hal ini disebabkan karena pada fasilitas produksi ditempatkan tidak beraturan maupun hanya sebagai persyaratan saja, tanpa mempertimbangkan dimensi ruang kerja yang ideal. Kondisi ini dapat mengganggu kemudahan para pekerja serta mengganggu aliran bahan/produk sehingga menjadi tidak lancar.

Adapun kekurangan dari *layout* ini adalah sebagai berikut

1. Unit kerja PPM
 - a. Terdapat area kerja yang dilakukan di gang antar unit kerja sehingga menyebabkan tidak ergonomisnya aliran barang dan terganggunya operator pada saat sedang melakukan pekerjaan.
 - b. Jarak meja timbang dan meja perpacking pada unit kerja PPM sangat berdekatan sehingga menyebabkan terganggunya operator/pekerja pada saat melakukan penimbangan dan pengepakan produk jadi.
2. Unit kerja kluis
 - a. Pintu pada area kluis kurang besar hanya berukuran 90 cm sehingga mobilitas *trolley* barang sedikit terhambat, hal ini menyebabkan kurang lancarnya keluar masuk barang terutama untuk produk/material yang berat maupun berjumlah banyak.

- b. Ruang Kluis terlalu sempit sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan pada saat terjadinya penyerahan barang maupun penerimaan barang dari pelanggan. Dan dalam kurun waktu yang sama *trolley* yang masuk ke area kluis sering berjumlah 4 buah sehingga mobilitas orang yang bekerja terganggu dengan kondisi tersebut.
3. Unit kerja Laboratorium Analisa
 - a. Antar ruang yang satu dengan yang lainnya melewati pintu yang sempit dan berkelok-kelok dan koridor pada ruang kimia basah hanya dapat dilalui 1 orang, jarak tembok dengan meja analisa 80 cm hal ini menyebabkan sulitnya *trolley* masuk ke area Lab Analisa untuk pengiriman material.
 - b. Ruang penerimaan sample analisa letak dari pintu utama Lab Analisa terlampau jauh, sehingga menyebabkan melewati berbagai ruangan yang lainnya.
 - c. Ruang kimia basah jarak antar meja analisa terlampau sempit, hanya berjarak 72 cm.
 - d. Ruang superintendent jauh dari area pekerja, sehingga tidak dapat melihat langsung aktifitas operator/petugas yang sedang bekerja di ruang penimbangan, sehingga tidak efisien dalam pengawasan langsung.
 - e. Pintu antar ruang kerja yang dilalui *trolley* untuk pengiriman barang dan handlift terlalu sempit.
 4. Unit kerja Peleburan
 - a. Ruang istirahat operator pada ruang unit kerja tersebut diatas tidak ergonomis tidak sesuai dengan kapasitas jumlah orang yang bekerja, hal ini menyebabkan pegawai yang beristirahat saling berdesakan.
 - b. Penempatan ruang Superintendent tidak dialokasikan ataupun dipisah sehingga menjadi tempat orang lalu lintas maupun menjadi transit barang dari pihak-3 dan dari unit kerja lain.

- c. Ruang istirahat Pihak-3 sempit, tidak sesuai dengan kebutuhan orang dan ruangan. Penempatan ruang tersebut hanya berdasarkan kebutuhan tempat saja.
5. Unit kerja Pemurnian Emas (PE)
 - a. Penempatan ruang Superintendent tidak dialokasikan ataupun dipisah sehingga menjadi tempat orang lalu lalang maupun menjadi transit barang.
 - b. Penempatan pemotong emas berada di tengah sehingga sehingga tidak berurutan sesuai dengan prosesnya.
 - c. Ruang istirahat operator pada ruang unit kerja tersebut diatas tidak ergonomis tidak sesuai dengan kapasitas jumlah orang yang bekerja, hal ini menyebabkan pegawai yang beristirahat saling berdesakan.
 6. Unit kerja Pemurnian Perak (PP)
 - a. Penempatan alokasi ruangan yang berada diantara gang pabrik menyebabkan menjadi tempat lalu lintas orang yang menuju area manufacturing maupun receiving area, sedangkan di area tersebut pekerjaannya banyak menggunakan bahan kimia, sehingga potensi pencemaran udara.
 - b. Ruang istirahat operator pada ruang unit kerja tersebut diatas tidak ergonomis tidak sesuai dengan kapasitas jumlah orang yang bekerja, hal ini menyebabkan pegawai yang beristirahat saling berdesakan.
 - c. Penempatan ruang Superintendent tidak dialokasikan ataupun dipisah sehingga menjadi tempat orang lalu lalang maupun menjadi transit barang.
 7. Masih banyaknya tumpukan peralatan/material pembantu tidak ditempatkan sehingga ruangan menjadi sesak.
 8. Unit Kerja Pemeliharaan Pabrik

Unit kerja ini terpisah antara ruang kerja dengan ruang aktifitas perbaikan alat.

3.2.4 Data frekwensi dan aliran material yang terjadi antara unit kerja

Pengukuran frekwensi didapat dari aktifitas rutin pekerja setiap harinya dalam pengiriman material bahan (*dore*)/produk jadi/bahan pembantu pabrik antar satu unit kerja ke unit kerja lainnya.

Pengukuran waktu dilakukan untuk setiap aktifitas aliran material dari satu unit kerja ke unit kerja yang lainnya. Pengukuran waktu ini langsung di lapangan dengan mengukur waktu tempuh operator yang biasa melakukan pengiriman barang/material/produk dari satu unit kerja ke unit kerja lain secara manual/ jalan kaki.

Metode pengukuran waktu yang digunakan adalah pengukuran waktu dengan jam henti (stop watch). Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan jam henti (stop watch)
- 2) Melakukan pengukuran jarak antar ruangan

Pengukuran data ini berfungsi mencari hasil rata-rata yang digunakan sebagai acuan awal dalam mengetahui waktu yang ditempuh oleh pekerja dengan frekwensi kunjungan antar unit kerja.

Dalam pengolahan data, data yang diperoleh langsung diolah dengan bantuan program komputer Excel 2007. Setiap elemen kerja langsung dimasukkan ke program tersebut sehingga langsung didapatkan hasil yang diinginkan. Pengambilan data ini digunakan untuk mengetahui waktu tempuh pekerja sebagai dasar atau acuan untuk pembuatan rancangan tata letak pabrik yang baru.

Berikut data frekwensi dan waktu tempuh serta jarak aliran material antar unit kerja. Pengukuran ini digunakan sebagai acuan untuk pembuatan Perancangan Tata Letak Pabrik.

Dapat dilihat unit kerja yang sering berhubungan dengan banyaknya frekwensi pengiriman barang maupun pengambilan barang.

- Dilihat dari frekwensi aliran material yang paling banyak dengan kondisi jarak yang ditempuh jauh adalah dari unit kerja Manufaktur ke unit kerja PPM dan unit kerja Klui, serta Kluis dengan pelebunan dalam melakukan pengambilan material maupun pengiriman produk. Hal ini Menyebabkan aliran material membutuhkan waktu lebih lama.





3.2.5 Peta masalah tata letak pabrik dan faktor pendukung lainnya.

Peta masalah ini dibuat untuk mengevaluasi tata letak pabrik yang berada di perusahaan ini, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi dari tataletak pabrik yang ada, Sehingga bertujuan untuk mencari peluang perbaikan untuk pembuatan alternatif dalam pembuatan perancangan tata letak pabrik berikutnya. Evaluasi ini sangat berguna dalam hal baik penataan ulang yang tidak memerlukan dimensi ruang yang lebih besar, tetapi untuk melakukan perubahan pada area yang hanya memerlukan penataan ulang saja.

Evaluasi ini diambil berdasarkan dari hasil lapangan, dan kondisi yang sebenarnya, evaluasi ini digunakan sebagai pendukung data saja. Evaluasi ini meliputi indikator dan penyebab masalah tataletak pabrik serta kemungkinan penyebabnya yang melatarbelakangi masalah tersebut, kemudian penyebab permasalahan ini dicarikan solusi dan perencanaan untuk memperbaiki keadaan yang ada di dalam tataletak area produksi pada perusahaan ini.

Adapun indikator masalah tataletak pabrik dapat dibedakan berdasarkan 4 faktor, yaitu :

1. Umum
2. Pemindahan barang
3. Produksi
4. Pemanfaatan SDM

Dan untuk saran pemecahan masalah tataletak yang berkaitan adalah berdasarkan 4 faktor sebagai berikut :

1. Umum
2. Tataletak pabrik
3. Pemindahan barang
4. Tataletak kerja

Evaluasi ini digunakan untuk mengetahui sampai sejauh mana penataan kembali akan dilakukan, dan menjadikan dasar perubahan secara keseluruhan. Diharapkan dengan penyajian data pendukung ini berguna untuk melengkapi pembuatan rancangan tataletak pabrik yang baru sebagai bagian dari pengembangan Perusahaan.









Tabel 3.9. Menganalisis Masalah

KEMUNGKINAN PENYEBAB MASALAH		UMUM	TATA LETAK PABRIK	PEMINDAHAN BARANG	TATA LETAK KERJA
Umum	1. Kerumahaan yang buruk	a,c,f	c,h,j	c,e	c,e
	2. Keadaan yang sesak	a,c,e,f	b,c,h,I,j	e,f	c,e,g
	3. Tiada perencanaan yang menyeluruh	a,c,e,f	a,b,c,h,j	-	c,f
	4. Tiada alternative	f	b,h,j	-	-
Pemindahan Bahan	5. Persediaan Berlebihan	a,c,	D	-	-
	7. Ruang tidak terpakai	f	b,c,h,j	-	c
	8. Keterlambatan pemindahan barang	b	a,b,e,f,j	a,c	b
	9. Peralatan mekanis tidak terpakai	a,d,e	B	-	e
	10. Pemindahan manual	d,e	a,e,j	c	-
	11. Pemindahan keliru pada awal-awal		a,e	-	-
Produksi	12. Bahan tertumpuk dilantai	a	b,d,h	e,f	g
	13. Pemindahan barang lambat	a,b,d	a,b,c,e,f,j	a	a,b,h
	14. Jalur pemindahan barang panjang	b	a,b,c,e,f,i	a	a,b,h
	15. Regulasi perusahaan (Security)		a,b	-	-
	16. Pola alir yang buruk	b	b,c,d,e,j	-	-
	17. Urutan operasi tidak seimbang	b	E	d	a,d
	18. Tiada ruangan	c,e,f	B	f	c,g
	19. Peralatan/ fasilitas tidak cukup	c,d,e	-	b,g	d
	20. Alokasi ruang yang buruk	a,e	A	f	c,g
	21. Tata letak pabrik yang buruk	e,f	a,b,I,j	e,f	c
	22. Cara proses yang buruk	d,e	-	b,d	-
	23. Tidak ada penandaan gang	c	b,c,I,j	-	-
	24. Lokasi/ sumber/tujuan yang buruk	b	A	-	-
	25. Buruknya lokasi kegiatan yang berkaitan	-	a,c,j	e,f	-
	26. Pegawai menunggu/menganggur	-	F		-
	27. Pintu antar bagian yang bersebelahan tidak dapat digunakan	a,c,e,j	-	-	-
Pemanfaatan SDM	28. Aliran barang berkurang	b	a,d	-	-
	29. Tempat yang berkaitan terpisah	b	a,b,c,g,h,i	-	a,h
	30. Gang berbelok-belok	a,b	b,c,e,g,h,I,j	-	h

Evaluasi secara kualitatif ini untuk menilai dari tata letak pabrik, dan akan digunakan sebagai dokumen pembantu dalam perencanaan Tata Letak ini dalam pembuatan peta ini untuk melihat Indikator masalah, penyebab dan saran pemecahannya. Sehingga dapat dijadikan evaluasi untuk pembuatan tataletak pabrik pada perusahaan sebagai pendukung dari pembuatan relay layout area produksi tersebut. Dari Faktor-faktor tersebut hal yang paling banyak permasalahannya ada pada tataletak pabrik, hal ini menjadikan referensi untuk evaluasi dan alat pendukung dalam pembuatan perbaikan tataletak pabrik.

3.3 Pengolahan Data

Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar perubahan untuk pembuatan Tata Letak Pabrik serta mendapatkan *Layout* Pabrik sehingga jarak unit kerja yang saling berkaitan dan frekwensi aliran material tinggi saling berdekatan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut.

- 1) Perhitungan jarak antar unit kerja yang berkorelasi dengan frekwensi aliran barang/ bahan.
- 2) Perhitungan waktu tempuh bagi pekerja dari satu unit kerja ke unit kerja lainnya.
- 3) Pembuatan diagram keterkaitan dari masing-masing unit kerja.
- 4) Pembuatan perbaikan pengelompokan unit kerja.
- 5) Pembuatan *Layout* tataletak Pabrik berdasarkan hasil digram keterkaitan dengan mengacu luas area sama dengan luas area yang ada sekarang, kecuali pada unit kerja tertentu yang memiliki lahan terbatas.
- 6) Pembuatan tataletak pabrik terbatas pada area ruang-ruang dimana banyak terdapat aktifitas pekerja diluar area produksi.

Perhitungan jarak antar unit kerja dan frekwensi aliran barang/produk

Tabel 3.10 Perhitungan waktu serta akumulasi jarak yang ditempuh

No	Petugas Dari Divisi	Menuju Divisi	Akumulasi (1 bln)	2 x jalan	Jarak (m)	Akumulasi Jarak yang ditempuh (m)	Rata2 Waktu (dtk)	Akum Waktu (1 bln)
1	Manufactur	PPM	400	800	63.55	50840	75.6	1008.00
		Lab	4	8	79.08	632.64	119.8	15.97
		Kluis	300	600	65.55	39330	122	1220.00
		PE			37.52	0	75.6	0.00
		PP	1	2	25.43	50.86	58.6	1.95
		Receiving Area			3	0	5.4	0.00
		Peleburan				31.73	0	65.4
2	Pemurnian Emas	PPM	80	160	26.14	4182.4	39.8	106.13
		Lab	40	80	41.7	3336	37.6	50.13
		Kluis	60	120	28.16	3379.2	44.2	88.40
		Manufactur			37.52	0	75.6	0.00
		PP	12	24	19.99	479.76	23.6	9.44
		Receiving Area	4	8	35.04	280.32	69.6	9.28

Tabel 3.10. (sambungan) Perhitungan waktu serta akumulasi jarak yang ditempuh

Petugas No	Dari Divisi	Menuju Divisi	Akumulasi	2 x jalan	Jarak	Akumulasi Jarak yang ditempuh (m)	Rata2 Waktu (dtk)	Akum Waktu (1 bln)
		Peleburan	16	32	5.79	185.28	12.6	6.72
3	Pemurnian Perak	PPM	40	80	44.63	3570.4	59.2	78.93
		Lab	20	40	60.16	2406.4	62	41.33
		Kluis	20	40	46.66	1866.4	67.2	44.80
		Manufactur			25.43	0	58.6	0.00
		PE	24	48	22.38	1074.24	23.6	18.88
		Reciving Area	40	80	23.43	1874.4	53.4	71.20
		Peleburan	40	80	16.29	1303.2	15.2	20.27
4	Peleburan	PPM			31.48	0	53.4	0.00
		Lab	40	80	47.49	3799.2	50.4	67.20
		Kluis	40	80	33.87	2709.6	51.6	68.80
		Manufactur			31.73	0	65.4	0.00
		PE	12	24	5.79	138.96	12.6	5.04
		Reciving Area	3	6	28.5	171	60.6	6.06
		PP	16	32	16.29	521.28	15.2	8.11
5	PPM	Peleburan			31.48	0	53.4	0.00
		Lab	40	80	32	2560	48.6	64.80
		Kluis	300	600	2.39	1434	8.4	84.00
		Manufactur			63.55	0	116.6	0.00
		PE	4	8	26.14	209.12	39.8	5.31
		Reciving Area			58.32	0	112.6	0.00
		PP			44.63	0	59.2	0.00
6	LAB	Peleburan	1	2	47.49	94.98	50.4	1.68
		PPM	60	120	32	3840	48.6	97.20
		Kluis	60	120	34.5	4140	59.4	118.80
		Manufactur			79.08	0	119.4	0.00
		PE	2	4	41.7	166.8	37.6	2.51
		Reciving Area	2	4	75.99	303.96	113.6	7.57
		PP	1	2	60.16	120.32	62	2.07
7	Tehnik	Peleburan	40	80	5.79	463.2	12.6	16.80
		PPM	4	8	26.14	209.12	39.8	5.31
		Kluis	8	16	28.16	450.56	44.2	11.79
		Manufactur			37.52	0	75.6	0.00
		PE	120	240	3.55	852	8	32.00
		PP	120	240	20	4800	23.6	94.40
		Reciving Area	40	80	35.04	2803.2	69.6	92.80
		LAB	16	32	41.7	1334.4	37.6	20.05
8	Kluis	Peleburan	100	200	33.87	6774	51.6	172.00
		PPM	300	600	2.39	1434	8.4	84.00
		Manufactur			65.55	0	122.2	0.00
		PE	100	200	28.16	5632	75.6	252.00
		PP	28	56	46.66	2612.96	67.2	62.72
		Reciving Area			62.37	0	115.6	0.00
		LAB	200	400	34.5	13800	59.4	396.00

Dapat dilihat frekwensi aliran bahan beserta petugas terbesar pada operator unit kerja Manufacturing ke unit kerja PPM dan Kluis, sedangkan jarak yang ditempuh paling jauh/panjang.

Data-data tersebut digunakan sebagai bahan untuk pembuatan diagram keterkaitan yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan relayout dan tataletak pabrik yang sesuai dengan keterkaitan masing-masing unit kerja satu dengan lainnya sebagai dasar pembuatan perancangan pabrik baru, dan diharapkan dapat sesuai dengan aktifitas aliran material menjadi lebih efisien dan output yang diharapkan adalah aliran material serta pengiriman produk jadi menjadi lebih cepat diterima oleh pelanggan.



BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Pembuatan Tata letak Pabrik Akhir

Perencanaan tataletak pabrik yang baru dibuat mengacu pada kebutuhan dari hubungan keterkaitan antar unit kerja. Serta perbaikan sesuai dengan ketentuan tata letak pabrik yang benar. Terdapat tahapan-tahapan dalam pembuatan penataan ruang pabrik sebagai dasar acuan untuk pembuatan perancangan pabrik yang baru. Data pada Bab III yaitu data table 3.6 Frekwensi dan waktu tempuh aliran material/produk antar unit kerja, data Peta masalah tata letak pabrik dan faktor pendukung lainnya dan berdasarkan layout dan tata letak pabrik pada perusahaan yang berada di Jakarta serta hasil evaluasi tata letak pabrik yang ada sebagai dasar acuan pembuatan perancangan pabrik baru dari sekarang serta dibuatkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Tahapan-tahapan yang dilakukan sebagai berikut.

1. Pembuatan Keterkaitan Kegiatan
 - a. Pembuatan peta keterkaitan masalah ARC (*Activity Reliation Chart*)
 - b. Pembuatan diagram keterkaitan ARD (*Activity Reliation Diagram*) metode Powrarm
 - c. Pembuatan diagram keterkaitan ARD (*Activity Reliation Diagram*) metode Muther
2. Pembuatan Layout dan tata letak pabrik baru
3. Analisa

4.1.1 Dasar pembuatan Peta Keterkaitan atau ARC (*Activity Reliation Chart*)

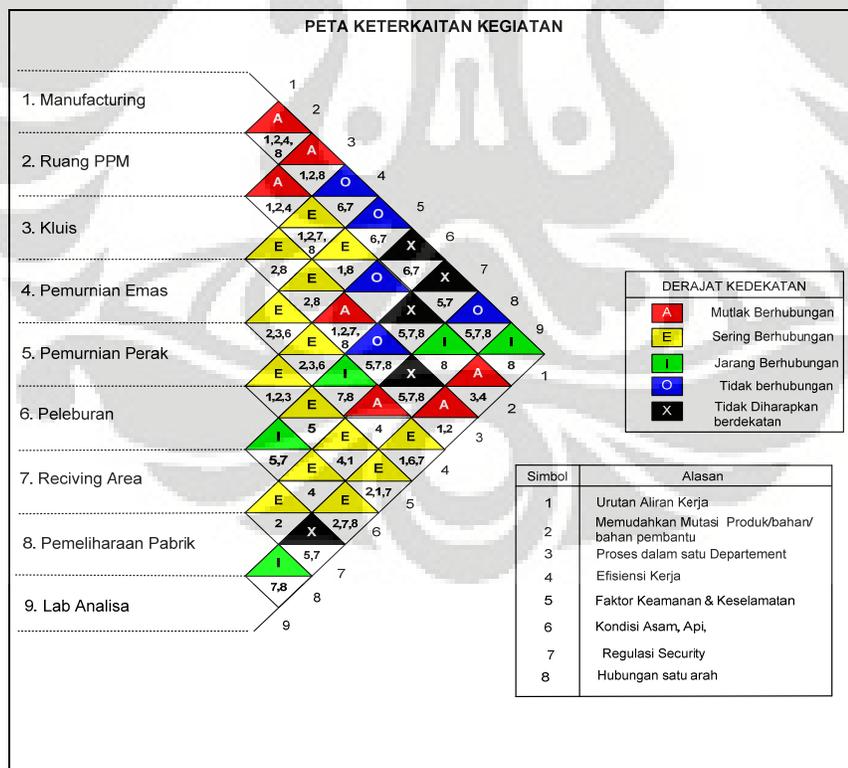
. Sebagai dasar pembuatan peta keterkaitan data pada table. 3.6 Data frekwensi dan waktu tempuh aliran material/produk antar unit kerja. Sehingga diperoleh data kumulatif frekwensi aliran barang dalam 1 bulan. Hal ini berguna sebagai dasar pembuatan diagram keterkaitan, dengan acuan dari keterkaitan dari unit kerja kerja satu dengan lainnya yang memiliki keterkaitan kuat akan diletakkan saling berdekatan. Pembuatan peta keterkaitan ini nantinya diharapkan mendapatkan peta peletakkan divisi sesuai dengan hubungan yang saling berkaitan sehingga

waktu aliran material maupun produk jadi menjadi lebih efisien, serta pengiriman menjadi lebih cepat. Dari data dilapangan hampir semua unit kerja saling berhubungan, baik hubungan dalam bentuk aliran material maupun aliran petugas terkait. Sehingga yang lebih diutamakan dalam pembuatan diagram keterkaitan ini adalah aliran dari petugas yang membawa material/produk jadi yang paling sering dan mempunyai keterikatan paling kuat.

4.1.2 Peta Keterkaitan (*Activity Reliation Chart*)

Dari hasil keterkaitan kegiatan antar unit kerja satu dengan lainnya serta berdasarkan pendekatan faktor kepentingan/dasar kedekatan antar unit kerja maka dibuat ARC atau peta keterkaitan kegiatan yang digunakan sebagai dasar dari perencanaan untuk pembuatan layout yang baru.

Berikut ini peta keterkaitan antar unit kerja berdasarkan tabel 3.6 dengan derajat kedekatan alasan yang mendukungnya yang akan menjadi dasar perubahan layout pada area produksi. Terdapat 8 unit kerja dan 1 area pendukung Pada gambar 4.1 berikut ini;



Gambar 4.1 Activity Reliation Chart

4.1.3 Lembar kerja diagram keterkaitan kegiatan

Pembuatan Peta Keterkaitan kegiatan ini berguna untuk perencanaan dan penganalisisan keterkaitan kegiatan, informasi yang dihasilkan dari peta keterkaitan diagram berikut ini menjadi dasar perencanaan keterkaitan antar pola aliran barang dan lokasi kegiatan pelayanan yang dihubungkan dengan kegiatan aliran material.

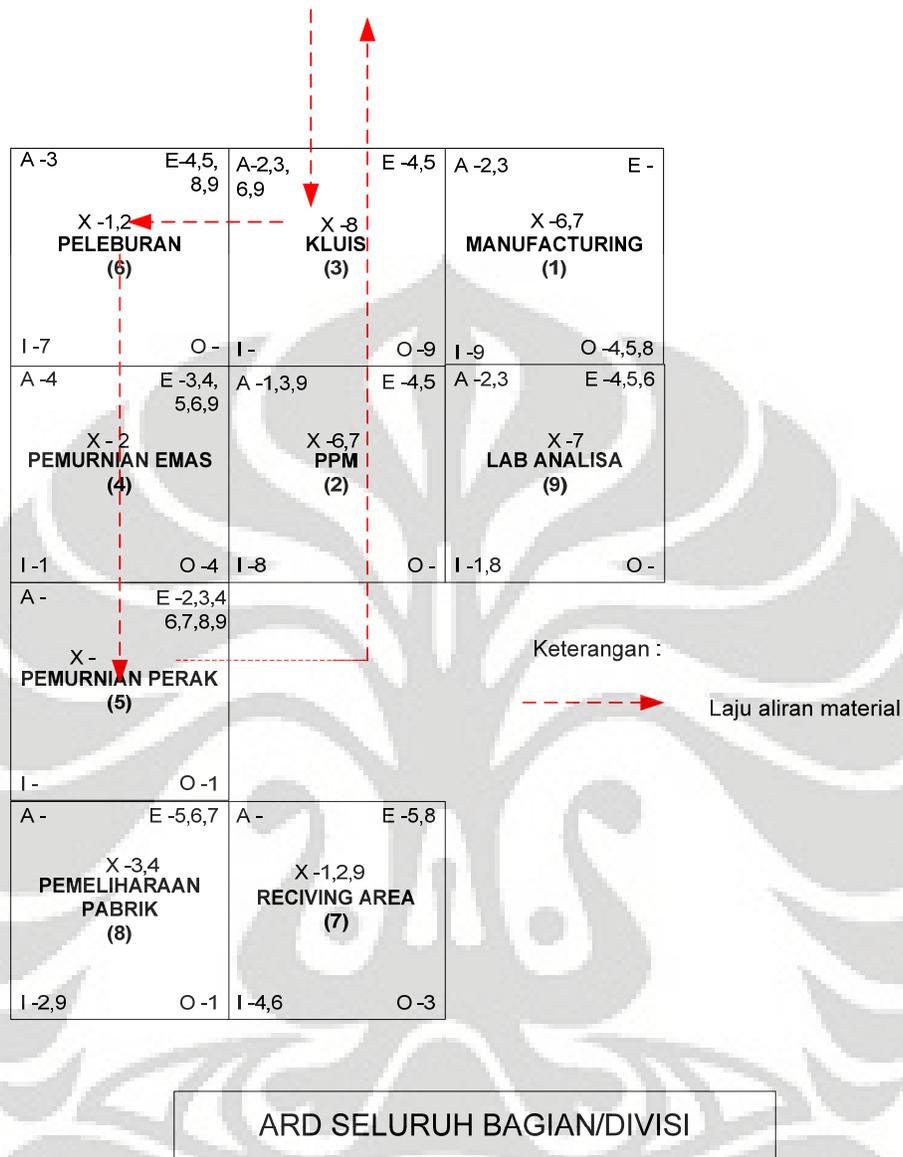
Tabel 4.1 Lembar kerja Diagram Keterkaitan Kegiatan

LEMBAR-KERJA UNTUK DIGRAM KETERKAITAN KEGIATAN					
Divisi	Derajat Kedekatan				
	A	E	I	O	X
1. Manufacturing	2,3	-	9	4,5,8	6,7
2. PPM	1,3,9	4,5	8	6	7
3. Kluis	2,3,6,9	4,5	-	9	8
4. Pemurnian Emas	8	3,4,5,6,9	7	1	-
5. Pemurnian Perak	-	2,3,4,6,7,8,9	-	1	-
6. Peleburan	3	4,5,8,9	7	2	1
7. Reciving Area	-	5,8	4,6	3	1,2,9
8. Pemeliharaan Pabrik	4	5,6,7	1,9	8	3
9. Lab Analisa	2,3	4,5,6	1,8	-	7

4.1.4 Diagram keterkaitan kegiatan

ARD / Diagram keterkaitan Kegiatan ini dibuat untuk menjadi dasar perencanaan keterkaitan antara pola aliran barang dan lokasi kegiatan pelayanan yang dihubungkan dengan kegiatan produksi. Dibuat bertahap dari pembuatan lembar kerja diagram keterkaitan kegiatan (Tabel 4.1), yang dilanjutkan pembuatan Diagram (bagan) kegiatan untuk pabrik powrarm (gambar 4.2) dan disimpulkan dengan pembuatan ARD (gambar 4.3).

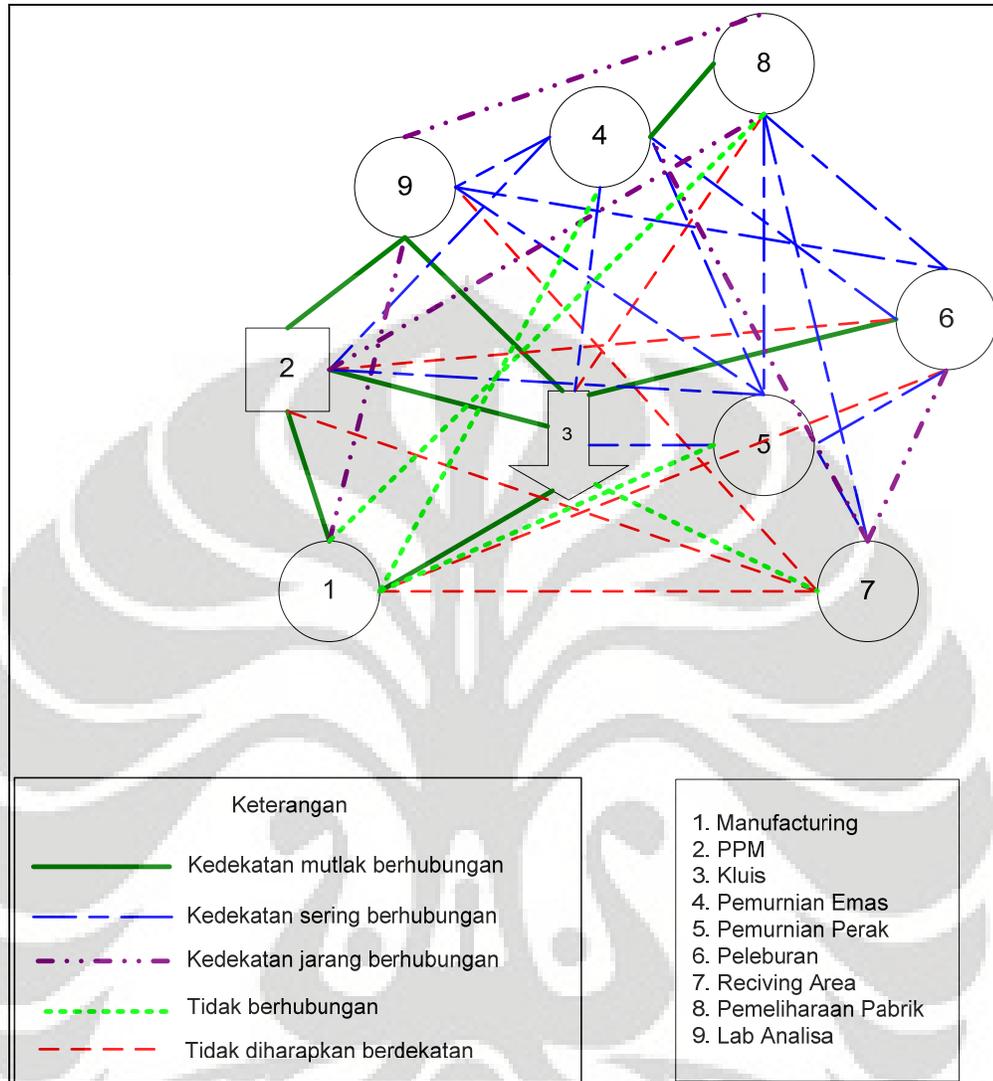
Dari hasil angka-angka dari kolom-kolom pada lembar kerja dialihkan ke sudut-sudut model kegiatan tadi.



Gambar 4.2 Bagan Diagram Kegiatan

4.1.5 Diagram keterkaitan kegiatan ARD

Pendekatan Muther mengembangkan diagram alir yang serupa, dengan kegiatan-kegiatan yang dihubungkan dengan garis atau pita dengan berbagai ketebalan yang berbeda. Lebar garis menunjukkan volume aliran antara kegiatan, dan membantu perencana untuk menghubungkan masing-masing kegiatan secara tepat dalam tahapan awal perencanaan tataletak.



Gambar 4.3. ARD (Activity Relation Diagram)

Dari hasil diagram keterkaitan didapatkan hampir seluruh unit kerja saling berkaitan. Hal ini disebabkan karena untuk divisi *Refining* karena alur kerjanya saling berkaitan satu dengan lain. Tataletak ini merupakan tataletak proses.

Pembuatan seluruh keterkaitan kegiatan ini, baik peta keterkaitan maupun diagram keterkaitan digunakan sebagai dasar pembuatan *Layout* yang baru. Yang akan digunakan sebagai acuan untuk membuat perancangan pabrik untuk perusahaan yang akan didirikan.

4.2 Pembuatan *Layout* dan tata letak pabrik baru

4.2.1 Pembuatan pengelompokan *Layout* pabrik (lampiran 3)

4.2.2 *Layout* baru (lampiran 4)

4.2.3 Luasan area unit kerja

Dari hasil *relayout* dan tataletak pabrik didapatkan ukuran sebagai berikut.

Tabel 4.2. Luas area unit kerja

No	Unit Kerja	Luas (m ²)	Luas (m ²) Hasil <i>Relayout</i>
1.	Manufacturing	553,3	553,3
2.	Pemeriksaan Fisik (PPM)	76,4	151,9
3.	Kluis	84,8	163,5
4.	Pemurnian Emas (PE)	435,9	572
5.	Pemurnian Perak	510,8	573,3
6.	Peleburan	302,6	409
7.	Laboratorium Analisa	222	331,6
8.	Pemeliharaan Pabrik	65,5	134,4
9.	Receiving Area	82	82

Dengan demikian perubahan luasan area *layout* pabrik lama dibandingkan dengan *layout* pabrik baru sebesar $2971 - 2333,3 = 637,7 \text{ m}^2$. Perubahan area ini disebabkan karena terjadinya perubahan pada area unit-unit kerja tertentu, berdasarkan hasil evaluasi tata letak pabrik yang ada, dan kekurangan dari *layout* sebelumnya yang dilihat berdasarkan kaidah tataletak pabrik.

Pada area *layout* pabrik baru fungsi yang paling besar penambahannya adalah pada area Refinery (Peleburan, Pemurnian Emas dan Pemurnian Perak) Karena terdapat penambahan peruntukan area yang sebelumnya tidak ada, maupun penempatan ruang istirahat operator/petugas yang terlalu sempit, serta

menambahkan koridor di area pemurnian emas. Pada *layout* baru, ruangan penunjang produksi telah memperhitungkan luas area yang cukup ideal, dan disesuaikan dengan kebutuhan dari jumlah personil yang berada pada area tersebut.

Peningkatan area produksi di masa mendatang juga akan membutuhkan penambahan fasilitas produksi, utamanya pada area Pemurnian Perak, area yang kosong dibiarkan tetap ada dialokasikan untuk penambahan sel perak.

4.3 Analisa

Analisis secara keseluruhan didapatkan antar unit kerja satu dengan unit kerja lainnya penempatannya belum sesuai. Perubahan Layout dan tata letak pabrik pada perusahaan ini akan mempengaruhi letak unit kerja yang berubah serta luas area unit kerja yang ikut berubah pula. Hal ini tidak menjadi kendala untuk alokasi biaya, karena data ini diperuntukkan untuk pembuatan rancangan pabrik baru. Sehingga hasil ini menjadi rujukan untuk pembuatan pabrik khususnya pada area produksi.

Secara garis besar perubahan tataletak pada pabrik dapat menekan biaya tidak langsung serta yang utamanya waktu penyelesaian produk menjadi jauh lebih cepat, dari aliran material berbentuk *dore* maupun aliran produk jadi. Permasalahan ini diselesaikan dengan berdasarkan diagram keterkaitan dan kaidah tata letak pabrik untuk mendapatkan hasil tata letak pabrik yang benar. Adapun analisis dibagi menjadi dua, yakni analisis berdasarkan layout pabrik dan analisis berdasarkan tataletak fasilitas produksi.

4.3.1 Analisis Hasil Layout pabrik

Dari hasil pembuatan layout pabrik berdasarkan diagram keterkaitan didapatkan alokasi antar unit kerja. Penempatan unit kerja tersebut menjadi berbeda baik dari segi luasan unit kerja maupun jarak antar unit kerja. Analisis ini juga berdasarkan Bagan alir proses aliran material (*dore*), maupun Produk Jadi. Berikut analisa yang didapatkan.

- Unit kerja Kluis merupakan unit kerja penerimaan barang dan pengiriman produk jadi yang berhubungan dengan customer luar. Oleh karena itu unit ini

berada pada area sentral dari proses produksi. Sehingga Kluis dibuatkan pada posisi pertama.

- Area Unit Kerja Manufaktur penempatannya bersebelahan dengan area kerja Pemeriksaan Fisik (PPM).

Hal ini dimaksudkan untuk pengiriman produk jadi dapat langsung terkirim melalui lemari *pastrough*, lemari yang menghubungkan antara dua unit kerja yang berbeda dan hanya dapat dibuka secara bergantian serta dilengkapi dengan kartu akses, dimana *pastrough*, tersebut hanya dapat dibuka untuk orang yang memiliki akses tersebut, serta dilengkapi dengan bel.

Keuntungan dari layout ini adalah :

1. Jarak pengiriman produk menjadi 0 meter.
 2. Produk Jadi terkirim dengan cepat ke PPM, tanpa menunggu produk menjadi banyak, serta tidak diperlukan petugas untuk mengantar ke unit kerja PPM sehingga dapat meminimalisir pekerjaan petugas/operator dalam hal pengiriman barang sehingga petugas/operator dapat melakukan pekerjaan lainnya.
 3. Apabila produk jadi terdapat afkir produk dapat langsung dikembalikan ke Manufaktur melalui lemari *pastrough*. Sehingga hal ini dapat mempercepat waktu penukaran produk jadi yang afkir.
 4. Pengiriman barang dapat dilakukan melalui lemari *pastrough* secara maksimal, tanpa ada jumlah maupun berat.
 5. Informasi pemberitahuan ataupun pengiriman menjadi lebih cepat, karena *pastrough* juga dipasangkan kaca, bila terjadi afkir.
 6. Penyelesaian *quality control* produk jadi menjadi lebih cepat, serta dapat cepat terkirim ke Unit kerja Kluis oleh petugas Manufacturing
- Area unit kerja Manufacturing bersebelahan dengan unit kerja Kluis. Penempatannya ini dimaksudkan untuk kelancaran pengiriman produk jadi, maupun pengambilan material/bahan baku yang akan diproduksi di Manufacturing, dimana pengiriman dan pengambilan produk jadi maupun material tersebut berpusat di area unit kerja Kluis. Karena Kluis merupakan pintu masuk dan keluar barang ke customer dan pengiriman produk jadi rutin dilakukan pada, baik untuk produk massal maupun produk *isidentil*.

Keuntungan dari layout ini adalah :

1. Petugas Manufaktur menempuh jarak yang jauh lebih pendek untuk menuju unit kerja Kluis.
 2. Waktu pengiriman maupun pengambilan barang menjadi lebih cepat.
 3. Petugas dapat segera kembali ke unit kerja Manufacturing setelah pengiriman maupun pengambilan barang, dikarenakan jarak yang relatif pendek. Dan petugas dapat lebih efektif melakukan pekerjaan yang lainnya.
- Unit kerja Manufacturing letaknya dijauhkan dari Reciving Area.
Hal ini dimaksudkan, pada unit kerja Manufaktur semua produk merupakan asset yang bernilai sangat besar, hal ini dikhawatirkan apabila unit kerja ini berdekatan dengan reciving area sebagai lintasan keluar masuk barang pembantu produksi, maupun limbah, dapat terjadi kehilangan asset maupun hal-hal yang tidak diinginkan.
 - Unit kerja Peleburan letaknya bersebelahan dengan unit kerja peleburan.
Unit kerja ini selalu berhubungan karena penerimaan maupun pengiriman barang dari customer yang berbentuk *dore* diterima oleh petugas kluis, untuk dilebur di unit kerja Peleburan.

Keuntungan dari layout ini adalah :

1. Jarak yang ditempuh semakin dekat sehingga petugas Kluis dapat dengan cepat melakukan pengiriman *dore* maupun pengambilan *dore* yang telah dilebur di unit kerja Peleburan.
 2. Petugas dapat segera kembali ke unit kerja kluis setelah pengiriman maupun pengambilan *dore*, dikarenakan jarak yang relatif pendek. Dan petugas dapat lebih efektif melakukan pekerjaan yang lainnya.
- Unit Kerja Kluis dan unit kerja PPM saling berdekatan.
Kondisi sama seperti sebelum *relayout*, untuk kedua unit kerja ini, harus berdekatan karena unit kerja PPM sebagai pintu akhir dalam perpacking produk, yang akan dikirim ke customer melalui Kluis, dan dikirim oleh masing-masing petugas dari unit kerja terkait (Manufacturing/PP/PE).
Maupun petugas Kuis dalam pengiriman untuk analisa sample Produk Jadi.

- Unit kerja PPM dan Lab Analisa berdekatan
 Karena PPM dan Lab Analisa di dalam satu divisi yang sama, serta aktifitas petugas PPM yang rutin ke Lab Analisa untuk pengecekan awal pada analisa kualitatif.
- Unit kerja Pemeliharaan Pabrik digabungkan dengan bengkel kerja
 Hal ini dimaksudkan agar pekerjaan menjadi lebih efektif.
 Keuntungan dari layout ini adalah :
 1. Petugas dapat segera dihubungi oleh user, karena lokasi bengkel dan ruang kerja yang berdekatan
 2. Superintendent dapat memantau pekerjaan yang terpusat menjadi lebih efektif.
 3. Petugas Pemeliharaan Pabrik lebih efisien dalam bekerja, karena ruang kerja dan bengkel kerja bersebelahan.
 4. Alat-alat perbaikan dapat terpantau baik ketersediaannya maupun jumlah alatnya.
- Unit kerja Pemeliharaan Perak digabungkan menjadi satu area.
 Area unit kerja ini digabungkan dengan tujuan area menjadi satuan sehingga koridor yang digunakan memang diperuntukan sebagai jalan saja, bukan area pekerjaan.
 Keuntungan dari layout ini adalah :
 Unit kerja ini memiliki akses pintu tersendiri, dan tidak digunakan sebagai tempat lalulalang orang. Dengan adanya akses ini hanya petugas unit tersebut yang bisa memasuki area tersebut, dan apabila terdapat petugas unit kerja lain maupun tamu dapat terpantau dengan baik.
- Penempatan jalur evakuasi, diluar area unit kerja atau berada di koridor pabrik sebanyak dua jalur, sehingga tidak mengganggu aktifitas maupun resiko pada masing-masing unit kerja terkait.

4.3.2 Analisis Perbandingan tataletak pabrik

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan *layout* baru Dari hasil perubahan tataletak pabrik pada perusahaan ini tentunya dibuat agar mendapatkan ekspektasi dapat lebih baik dibandingkan dengan *layout* yang sekarang ada sehingga pembuatan rancangan *layout* dan tataletakpabrik untuk pabrik baru dapat mengacu

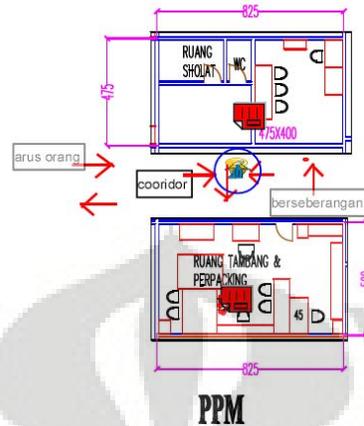
dari *relayout* serta meminimalisir kekurangan-kekurangan yang ada di *layout* pabrik yang sekarang, area yang terjadi perubahan meliputi area yang banyak terdapat aktifitas petugas/operator dalam melaksanakan kegiatan pada ruang yang sama, dan terpusat. Menurut Farley, jarak antar mesin yang cukup adalah 49 cm. Sedangkan hasil pengukuran dilapangan untuk area produksi jarak antar masing-masing alat sudah sesuai yaitu minimal 100 cm, sehingga area produksi tataletak pabriknya tidak dianalisa.

Berikut disampaikan berdasarkan analisis ruangan tataletak sekarang serta hasil usulan rancangan yang baru sebagai berikut:

1. Ruang PPM

▪ *Layout* pabrik

- a) Meja pengemasan Perak Nitrat berada di gang antar unit kerja, menyebabkan aliran tidak ergonomisnya aliran material dan terganggunya operator pada saat melakukan penimbangan Perak Nitrat. Sehingga dikhawatirkan uap Perak Nitrat dapat mengganggu aktifitas operator/petugas lainnya.
- b) Ruang kerja tidak ergonomis, hal ini disebabkan antara meja timbang dengan meja pengemasan berbentuk leter U sehingga meja tidak dapat digunakan secara maksimal, sehingga menyebabkan terganggunya operator/pekerja dan sering bertabrakannya antar operator pada saat melakukan penimbangan dan pengemasan produk jadi.
- c) Tidak adanya ruang superintendent di unit kerja ini, sehingga akan terganggu dengan kegiatan pekerjaan operator. Serta meja kepala bagian ini juga digunakan sebagai tempat meletakkannya produk jadi maupun sample.
- d) Terdiri dari dua area ruang kerja yang terpisah oleh koridor pabrik, menyebabkan kurang maksimalnya pengawasan perpacking barang.

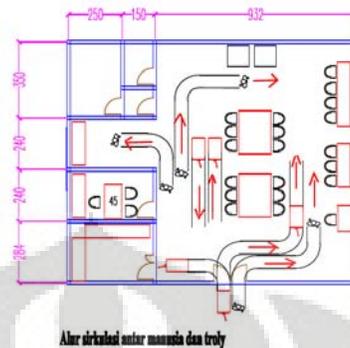


Gambar 4.4 Layout ruang PPM sebelum perbaikan

- *Relayout* pabrik

Perubahan secara keseluruhan area PPM, sehingga menyebabkan perubahan tataletak secara menyeluruh. Perubahan ini berdasarkan perhitungan dari kebutuhan akan personil dan barang.

- a) Dibuatkan ruang pengemasan Perak Nitrat, sehingga uap Perak Nitrat tidak mengganggu aktifitas operator lain yang sedang bekerja.
- b) Meja timbang dan meja pengemasan dibuat berhadapan sehingga aktifitas pengemasan dan penimbangan saling bersinergi dan tidak terganggu.
- c) Dibuatkan ruangan Superintendent sehingga aktifitas pekerjaannya tidak terganggu dengan aktifitas petugas/operator yang sedang bekerja.
- d) Dengan digabungkannya dua ruang kerja maka dapat dibuatkan satu pintu utama yang menggunakan akses untuk masuknya.
- e) Pintu dibuatkan sama dua bukaan yang lebar keseluruhannya adalah 160 cm, untuk memudahkan masuknya *Trolley* barang sebagai material handling.

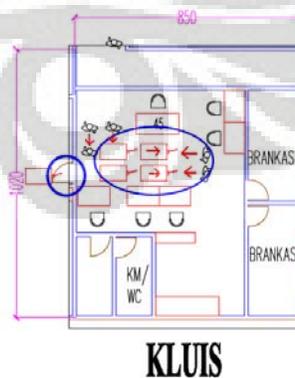


Gambar 4.5 ruang PPM setelah *relayout*

2. Unit kerja kluis

▪ *Layout* Pabrik

- a) Pintu pada area kluis kurang besar hanya berukuran 90 cm sehingga mobilitas trolley barang sedikit terhambat, hal ini menyebabkan kurang lancarnya keluar masuk barang terutama untuk produk/material yang berat maupun berjumlah banyak.
- b) Ruang Kluis terlalu sempit sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan pada saat terjadinya penyerahan barang maupun penerimaan barang dari pelanggan. Dan dalam kurun waktu yang sama roly yang masuk ke area kluis sering berjumlah 4 buah sehingga mobilitas orang yang bekerja terganggu dengan kondisi tersebut.



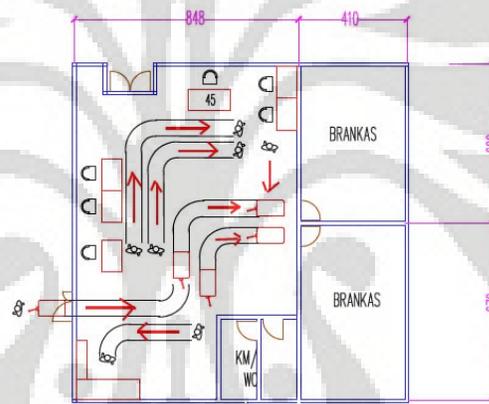
KLUIS

Gambar 4.6. Layout ruang Kluis sebelum perbaikan

- *Relayout* Pabrik

Area unit kerja diperluas dengan perhitungan kebutuhan pegawai, kapasitas barang serta jumlah trolley barang yang berada di unit tersebut.

- a) Pintu masuk Kluis diperbesar menjadi 160 cm, sehingga mobilitas *trolley* maupun *handlift* menjadi lancar.
- b) Perubahan area kerja menjadi lebih luas sehingga *trolley* maupun *handlift* dapat berada di area kluis lebih leluasa sehingga tidak menghalangi lalulintas orang.
- c) Ruang brankas diperluas untuk penambahan lemari produk jadi.



Alur sirkulasi antar manusia dan trolly pada ruang kluis

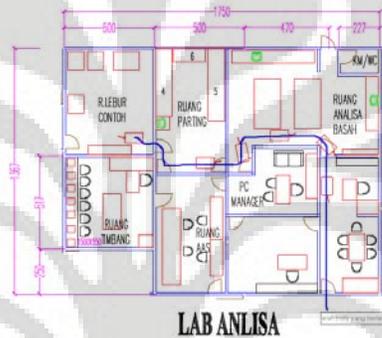
Gambar 4.7. ruang Kluis setelah *relayout*

3. Unit kerja Laboratorium Analisa

- *Layout* Pabrik

- a) Antar ruang yang satu dengan yang lainnya melewati pintu yang sempit dan berkelok-kelok serta pada koridor ruang kimia basah hanya dapat dilalui 1 orang, jarak tembok dengan meja analisa 80 cm hal ini menyebabkan sulitnya roolly masuk ke area Lab Analisa untuk pengiriman material.
- b) Ruang penerimaan sample analisa letak dari pintu utama Lab Analisa terlampau jauh.

- c) Ruang kimia basah jarak antar meja analisa terlampau sempit, hanya berjarak 72 cm.
- d) Ruang superintendent jauh dari area pekerja, sehingga tidak dapat melihat langsung aktifitas operator yang sedang bekerja di ruang penimbangan
- e) Pintu antar ruang kerja yang dilalui trolley untuk pengiriman barang dan handlift terlalu sempit.

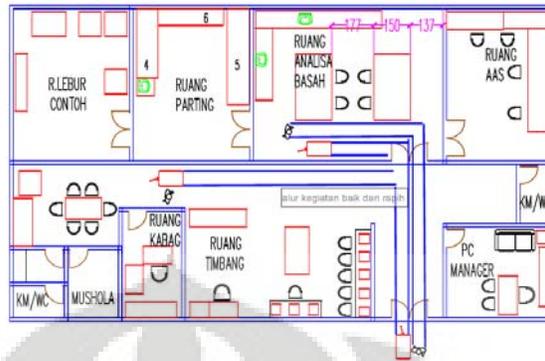


Gambar 4.8. Layout ruang Lab Analisa sebelum perbaikan

- *Relayout Pabrik*

Perubahan dilakukan pada sebagian area unit kerja Lab Analisa berdasarkan alur proses. Perubahan ini dilakukan pada

- a) Perubahan pintu menjadi lebih lebar 160 cm, hal ini dimaksudkan agar sirkulasi *Trolley* maupun *handlift* menjadi lebih lancar.
- b) Ruang timbang sebagai area penerimaan sample dipindah ke area pintu utama, sehingga jarak yang ditempuh pada saat pengiriman sample analisa menjadi lebih pendek.
- c) Ruang kimia basah diperluas, sehingga jarak antar meja analisa menjadi 2 meter karena terdapat operator yang bekerja bersamaan.
- d) Pemindahan ruang AAS, hal ini dilakukan untuk memudahkan pada saat alur proses AAS. Dan ruang AAS dibuat terpisah dan tidak sebagai tempat lalulintas orang maupun barang.



Gambar 4.9.Ruang Lab. Analisa setelah *relayout*

4. Unit kerja Peleburan

- *Layout* Pabrik

- a) Belum sesuainya ukuran ruang istirahat operator sehingga tidak ergonomis dan pegawai yang beristirahat saling berdesakan.
- b) Belum dialokasikan ruang kerja superintendent, sehingga ruangnya bercampur dengan aktifitas operator maupun pihak-3 yang melakukan penimbangan maupun transit barang.
- c) Ukuran ruang istirahat pihak-3 sesak, serta kapasitas tempat istirahat tidak memadai.

- *Relayout* Pabrik

Dilakukan untuk perubahan pada area penunjang produksi pada unit kerja, dan terjadi perubahan transit barang dengan berubahnya *layout* pabrik secara keseluruhan.

- a) Perubahan ruang istirahat pabrik dengan menambahkan ruang sesuai dengan kapasitas orang, dan penambahan meja kerja.
- b) Dibuatkan ruang istirahat pihak-3 disesuaikan dengan kebutuhan barang dan orang.
- c) Dibuatkan ruangan Superintendent sehingga aktifitas pekerjaannya tidak terganggu dengan aktifitas petugas/operator yang sedang bekerja.

4. Unit kerja Pemurnian Emas (PE)

▪ *Layout Pabrik*

- a) Penempatan ruang Superintendent tidak dialokasikan ataupun dipisah sehingga menjadi tempat orang lalu lalang maupun menjadi transit barang.
- b) Penempatan area ruang percetakan kurang ergonomis tidak, tidak sesuai dengan alur pembuatan balok emas.
- c) Pembuatan ruang istirahat karyawan tidak ergonomis, alokasi ruang kurang memadai

▪ *Relayout Pabrik*

- a) Perluasan area percetakan dan dibuat ruang pemotongan emas tersendiri untuk meminimalisir resiko kecelakaan.
- b) Dibuatkan berdasarkan alur proses pembuatan balok emas, sehingga menjadi lebih ergonomis dan efisien
- c) Pelebaran area peristirahatan petugas/operator disesuaikan dengan jumlah orang dan kebutuhan akan tempat.
- d) Ruang pengering pada perak granul dipindahkan dari unit kerja Pemurnian Emas ke unit kerja pemurnian perak. Pemindehan alat tersebut disesuaikan tataletak yang sebenarnya, yaitu di Pemurnian Perak.

5. Unit kerja Pemurnian Perak (PP)

▪ *Layout Pabrik*

- a) Unit kerja PP memiliki ruang kerja yang berada diantara gang pabrik menyebabkan menjadi tempat lalu lintas orang yang menuju area manufacturing maupun receiving area, sedangkan di area tersebut pekerjaannya banyak menggunakan bahan kimia, sehingga potensi pencemaran udara.
- b) Ruang peristirahatan pegawai tidak ergonomis, tidak sesuai dengan kapasitas jumlah operator, sehingga petugas/operator yang sedang beristirahat saling berdesakan.

- *Relayout* Pabrik

- a) Unit kerja Pemurnian Perak disatukan sehingga ruang tidak menjadi tempat lalulintas orang maupun barang.
- b) Ruang peristirahatan pegawai diperluas sehingga lebih ergonomis dan sesuai dengan kapasitas jumlah pegawai dan barang.

6. Unit Kerja Pemeliharaan Pabrik

- *Layout* Pabrik

- a) Ruang kerja pemeliharaan pabrik terpisah cukup jauh, sehingga tidak efektifnya pekerjaan, serta Kepala pemeliharaan pabrik tidak dapat mengawasi pekerjaan anak buahnya.
- b) Ruang kerja yang berbeda menyebabkan petugas sulit untuk dihubungi.

- *Relayout* Pabrik

- a) Unit kerja ini digabung menjadi satu, sehingga kepala bagian dapat memantau pekerjaan anak buahnya secara efektif.
- b) Petugas mudah dihubungi oleh unit kerja lainnya karena ruang kerja bersebelahan dengan ruang kantor pemeliharaan pabrik.

4.3.3 Analisa Perbandingan Jarak

Tabel 4.3 Jarak yang ditempuh sebelum dan setelah *Relayout*

No	Petugas Dari Divisi	Menuju Divisi	Akumulasi (1 bln)	2 x jalan	Jarak (m)	Akumulasi Jarak yang ditempuh (m)	Jarak setelah Relayout (m)	Akum Jarak setelah relayout (m)
1	Manufactur	PPM	400	800	63.55	50840	0	0
		Lab	4	8	79.08	632.64	34.2	273.6
		Kluis	300	600	65.55	39330	12	7200
		PE			37.52	0	50.3	0
		PP	1	2	25.43	50.86	65.9	131.8
		Reciving Area			3	0	63.4	0
		Peleburan			31.73	0	17.8	0
2	Pemurnian Emas	PPM	80	160	26.14	4182.4	21.7	3472
		Lab	40	80	41.7	3336	16	1280
		Kluis	60	120	28.16	3379.2	39.8	4776
		Manufactur			37.52	0	13	0
		PP	12	24	19.99	479.76	15.5	372
		Reciving Area	4	8	35.04	280.32	13	104
		Peleburan	16	32	5.79	185.28	35.4	1132.8

Tabel 4.3 (Lanjutan) Jarak yang ditempuh sebelum dan setelah *Relayout*

No	Petugas Dari Divisi	Menuju Divisi	Jumlah	2 x jalan	Jarak Awal (m)	Akumulasi Jarak (m)	Jarak setelah Relayout (m)	Akum Jarak setelah relayout (m)
3	Pemurnian Perak	PPM	40	80	44.63	3570.4	45	3600
		Lab	20	40	60.16	2406.4	31.8	1272
		Kluis	20	40	46.66	1866.4	55.3	2212
		Manufactur			25.43	0	65.9	0
		PE	24	48	22.38	1074.24	15.5	744
		Receiving Area	40	80	23.43	1874.4	2.4	192
		Peleburan	40	80	16.29	1303.2	50.9	4072
4	Peleburan	PPM			31.48	0	3.7	0
		Lab	40	80	47.49	3799.2	19	1520
		Kluis	40	80	33.87	2709.6	4.4	352
		Manufactur			31.73	0	17.8	0
		PE	12	24	5.79	138.96	35.4	849.6
		Receiving Area	3	6	28.5	171	48.5	291
		PP	16	32	16.29	521.28	50.9	1628.8
5	PPM	Peleburan			31.48	0	3.7	0
		Lab	40	80	32	2560	13.5	1080
		Kluis	300	600	2.39	1434	10	6000
		Manufactur			63.55	0	20.7	0
		PE	4	8	26.14	209.12	21.7	173.6
		Receiving Area			58.32	0	29	0
		PP			44.63	0	31.8	0
6	LAB	Peleburan	1	2	47.49	94.98	19	38
		PPM	60	120	32	3840	13.5	1620
		Kluis	60	120	34.5	4140	23.6	2832
		Manufactur			79.08	0	34.2	0
		PE	2	4	41.7	166.8	16	64
		Receiving Area	2	4	75.99	303.96	29	116
		PP	1	2	60.16	120.32	31.8	63.6
7	Pem. Pabrik	Peleburan	40	80	5.79	463.2	43.5	3480
		PPM	4	8	26.14	209.12	37.7	301.6
		Kluis	8	16	28.16	450.56	40	640
		Manufactur			37.52	0	58.4	0
		PE	120	240	3.55	852	8	1920
		PP	120	240	20	4800	7.4	1776
		Receiving Area	40	80	35.04	2803.2	5	400
8	Kluis	Peleburan	100	200	33.87	6774	4.4	880
		PPM	300	600	2.39	1434	10	6000
		Manufactur			65.55	0	12	0
		PE	100	200	28.16	5632	39.8	7960
		PP	28	56	46.66	2612.96	55.3	3096.8
		Receiving Area			62.37	0	52.9	0
		LAB	200	400	34.5	13800	23.6	9440

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan ulang tataletak pabrik dan fasilitas produksi pada Perusahaan ini, yang akan digunakan sebagai acuan pembuatan rancangan pabrik baru diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapatkan pengelompokan unit kerja dari perusahaan ini sesuai dengan keterkaitan kegiatan yang mengacu pada kaidah tataletak pabrik.
2. Dibuat kembali rencana layout pabrik yang baru.
3. Tataletak pabrik dan fasilitas produksi memiliki beberapa kelebihan yaitu:
 - Aliran material baik material (dore), produk jadi menjadi lebih cepat, sehingga penyerahan produk jadi menjadi lebih cepat.
 - Ruang kerja di dalam masing-masing unit kerja lebih ergonomic, sehingga aliran material dan orang menjadi lebih lancar.
 - Fasilitas pabrik menjadi lebih baik

5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan program tataletak pabrik baik secara manual maupun komputer, dan menggunakan simulasi permodelan

Daftar Pustaka

Apple, James M., 1977, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, Penerbit ITB

Gopalakrishnan, B., Weng, Li., and Gupta, D.P., 2003, Facilities Design Using A Split departmental Layout Configuration, Journal of Industrial Engineering, Vol 21 No.3/4, pp. 66 – 73

Niebel, Benjamin W., 1999, Methode Standards and Work Design, Eleven Edition, McGraw Hill

R. Reed Jr, Plant Layout: Factors, Principles and Techniques, Richard D Irwin,IL,1961

Taho yang, Systematic Layout Planning: A Study on Semiconductor Eofer Fabrication Facilities, International Journal of Operation Production Management,2000

Thompkins, James A., White, John A., Bozer, Yavuz A., Tanchoco, J. M. A., 2003, Facilities Planning, John Wiley & Sons, inc.

