

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 435/ Teknik Industri

LAPORAN PENELITIAN



Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik untuk Meminimasi Jarak *Material Handling* di IKM Kampar Bakery

TIM PENGUSUL

KETUA : LAILATUL SYIFA TANJUNG, S.T., M.T
ANGGOTA : RESY KUMALA SARI, S.T., M.S
YESI YUSMITA, M.Sc
NUR ALIZA
M. YUSUF LUBIS

NIDN :1016029601
NIDN :1029119502
NIDN :
NIM : 2126201022
NIM : 2126201011

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
TA 2023/2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	:	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik untuk meminimasi jarak <i>Material Handling</i> di IKM Kampar Bakery
Unit Lembaga Pengusul	:	Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
Ketua Tim Pengusul	:	
a. Nama Lengkap	:	Lailatul Syifa Tanjung, S.T.,M.T
b. NIDN	:	1016029601
c. Pangkat/Golongan	:	Tenaga Pendidik
d. Jurusan/Fakultas	:	Teknik Industri/Fakultas Teknik
e. Perguruan Tinggi	:	Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
f. Bidang Keahlian	:	Supply Chain Management
g. Alamat Kantor	:	Jl.Raya Pekanbaru – Bangkinang
h. Alamat Rumah	:	Perumahan Damai Langgeng Blok 1/6 No.4
Anggota Tim Pengusul	:	
a. Jumlah Anggota	:	5 orang
b. Nama Anggota/NIDN/ NIM	:	Resy Kumala Sari /1023059501 Yesi Yusmita, M.Sc/1017109502 Nur Aliza / 2026201022 M. Yusuf Lubis / 2126201011
c. Lokasi Kegiatan	:	
1) Mitra PKM	:	
2) Kabupaten/Kota	:	IKM Kampar Bakery
3) Provinsi	:	Riau
4) Jarak PT ke lokasi	:	67,3 Km
Biaya Penelitian	:	Rp 3.250.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai



Emon Azriadi, ST., M.Sc
NIP-TT 096.542.194

Bangkinang, 21 Agustus 2023
Ketua Peneliti



Lailatul Svifa Tanjung, S.T.,M.T
NIP-TT 101029069

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Palawan Tuanku Tambusai



Dr. Musnar Indra Daulay, M.Pd
NIP-TT 096.542.108

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik untuk Meminimasi Jarak *Material Handling* di IKM Kampar Bakery

2. Tim Peneliti :

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Program Studi
1	Lailatul Syifa Tanjung,S.T.,M.T	Dosen	Supply Chain Management	S1 Teknik Industri
2	Resy Kumala Sari, S.T., M.S	Dosen	Ergonomi	S1 Teknik Industri
3	Yesi Yusmita, M.Sc	Dosen	Fisika	S1 Teknik Industri
4	Nur Aliza	Mahasiswa	-	S1 Teknik Industri
5	M. Yusuf Lubis	Mahasiswa	-	S1 Teknik Industri

3. Objek Penelitian penciptaan (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian) : Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan Agustus tahun 2023

Berakhir : bulan Juli tahun 2024

5. Lokasi Penelitian IKM Kampar Bakery

6. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontribusinya)

-

8. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama terbitan berkala ilmiah internasional bereputasi, nasional terakreditasi, atau nasional tidak terakreditasi dan tahun rencana publikasi)

Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, tahun publikasi 2023;

DAFTAR ISI

Cover	
Pengesahan	ii
Identitas Dan Uraian Umum	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	vi
Ringkasan	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian	8
1.2 Rumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Perencanaan Tata Letak Fasilitas Pabrik	11
2.2 Tujuan Tata Letak Fasilitas Pabrik	13
2.3 Jenis Persoalan Tata Letak Fasilitas Pabrik	14
2.4 Tipe – Tipe Tata Letak dan Dasar Pemilihannya.....	14
2.4.1 Tata Letak Berdasarkan Aliran Produksi (Product Layout atau <i>Production Line Product</i>).....	15
2.4.2 Tata Letak Berdasarkan Fungsi/macam Proses (Process Layout).....	15
2.4.3 Tata Letak Berdasarkan Lokasi Material Tetap (Fix Position Layout).....	16
2.4.4 Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk (Group-Technology Layout)	17
2.5 Prosedur dan Faktor Mempengaruhi Pengaturan Tata Letak (Layout).....	17
2.6 Peta – Peta Kerja dalam Perancangan Tata Letak	18
2.6.1 <i>Assembly Chart</i>	18
2.6.2 <i>Operation Process Chart</i> (OPC).....	19
2.6.3 <i>Production Routing</i>	20
2.6.4 <i>Multi Product Process Chart</i> (MPPC).....	20
2.6.5 Peta Aliran Proses	21
2.6.6 Peta Diagram Aliran	22

2.7	Perencanaan Kebutuhan Bahan.....	23
2.8	Perencanaan Kebutuhan Mesin.....	25
2.9	Perencanaan Kebutuhan Operator.....	25
2.10	Perencanaan Gudang.....	25
2.11	Perencanaan SDM, Kebutuhan Ruang dan Stasiun Kerja Mandiri.....	26
2.11.1	Perencanaan Sumber Daya Manusia.....	26
2.11.2	Perencanaan Kebutuhan Ruang.....	27
2.11.3	Perencanaan Kebutuhan Stasiun Kerja Mandiri	27
2.11.4	Perencanaan Kebutuhan Luas Lantai	29
2.11.5	Perencanaan Aliran Bahan.....	29
2.11.6	Perencanaan Kebutuhan <i>Material Handling</i>	29
2.12	Evaluasi dan Implementasi Tata Letak Fasilitas Pabrik	30
2.12.1	Penentuan Lokasi Pabrik.....	30
2.12.2	Evaluasi <i>Layout</i>	31
2.12.3	Final <i>Layout</i>	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Jenis Penelitian.....	33
3.2	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik	33
BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN		
3.1	Anggaran Biaya	37
3.2	Jadwal Penelitian	38
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Proses Operasi	20
Gambar 2. MPPC (<i>Multi Product Process Chart</i>)	21
Gambar 3. Peta Aliran Proses.....	22
Gambar 4. Diagram Aliran Proses	23

RINGKASAN

Perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik menjadi suatu hal yang penting bagi industri untuk meningkatkan efisiensi operasionalnya. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan jarak material handling di IKM Kampar Bakery melalui perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis tata letak fasilitas yang ada, identifikasi permasalahan terkait jarak material handling, serta penyusunan alternatif perancangan ulang tata letak. Data yang digunakan meliputi informasi mengenai ukuran ruang, peralatan produksi, dan alur proses produksi. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa tata letak fasilitas pabrik yang telah ada menghasilkan jarak material handling yang tidak efisien. Berdasarkan analisis tersebut, dirancang beberapa alternatif perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik dengan memperhatikan pengurangan jarak material handling. Alternatif-alternatif ini kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria-kriteria tertentu seperti efisiensi ruang, biaya implementasi, dan dampak terhadap proses produksi.

Kata Kunci : *Material Handling*, *Minimasi Jarak*, *Tata Letak Fasilitas Pabrik*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Saat ini dunia industri semakin lama semakin berkembang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk membuat daya beli dari suatu produk menjadi bertambah serta meningkatnya order produksi pada suatu perusahaan, namun berdampak pada kinerja dan kemampuan perusahaan dalam memenuhi semua jenis pesanan yang datang kepadanya.

Sebuah industri akan berhasil apabila didalamnya terdapat integrasi dari faktor produksi dan sistem manajemen sehingga dapat lebih efektif dan efisien. Salah satu penentu adalah tata letak atau lebih dikenal dengan nama layout dari industri. Tanpa mengenyampingkan faktor lain, tata letak ini memiliki peranan dalam proses penekanan biaya produksi. Pengetahuan akan tata letak tersebut meliputi work center dan peralatan dalam proses konversi untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran bahan, aliran informasi dan tata cara untuk mencapai tujuan.

Tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Tata letak yang baik akan memberikan keluaran (*output*) yang lebih besar dengan ongkos yang sama atau lebih sedikit, jam kerja manusia yang lebih kecil, dan atau mengurangi jam kerja mesin (*machine hours*) (Wignjosoebroto, 2009).

CV Kampar Bakery yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi roti dari bahan mentah menjadi barang jadi (roti), pada CV Kampar Bakery ini peneliti mendapatkan permasalahan bahwa peletakan fasilitas yang ada pada perusahaan tidak beraturan atau belum optimal, karena jarak antar mesin sangat dekat dan tidak teratur sehingga aliran material pada saat produksi tidak baik. Seperti dari mesin pemotong ke mesin fermentasi (pengembang) letaknya jauh dan tidak teratur serta rak roti yang sudah jadi berada di daerah yang dilewati oleh operator sehingga mengganggu jalannya operator melakukan proses produksi tidak efisien. Peletakan mesin yang tidak teratur pada proses produksi di CV Kampar Bakery menjadi salah satu permasalahan yang terjadi di perusahaan, Oleh karena itu setiap langkah dari proses produksi harus perlu diperhatikan, mengingat berkaitan dengan operasi yang efektif dan efisien selama proses produksi,

ketersediaan biaya untuk produksi serta waktu yang dibutuhkan selama proses sangat mempengaruhi biaya yang harus dikeluarkan industri. Suatu industri perlu merancang peta kerja yang dapat menggambarkan kegiatan kerja proses produksi tersebut secara sistematis. Selain untuk kepentingan produksi dapat juga sebagai sumber informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu tata letak industri secara langsung dan perbaikan terhadap metode kerja yang erat kaitannya dengan tata letak.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan upaya perbaikan untuk menata ulang tata letak fasilitas pabrik pada IKM ini. Untuk itu penulis melakukan penelitian dengan judul **Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik untuk Meminimasi Jarak *Material Handling* di IKM Kampar Bakery.**

Metode yang digunakan adalah metode *Systematic Layout Planning* dan *Blocplan*. Metode *Systematic Layout Planning* merupakan metode manual yang sering dipakai untuk merancang perbaikan maupun membuat tata letak fasilitas pabrik baru, berdasarkan dari data yang sudah ada. Sedangkan metode *Blocplan* merupakan metode komputerisasi yang memudahkan dalam merancang tata letak fasilitas pabrik, metode ini membutuhkan inputan berupa ARC yang nantinya akan menghasilkan rancangan tata letak fasilitas pabrik berdasarkan dari keterkaitan ARC itu sendiri. Penggunaan kedua metode ini bertujuan untuk membandingkan hasil dari alternatif dari kedua metode. Hasil yang terbaik akan dipilih untuk dibuat sebuah layout produksi pada perusahaan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka didapatkan suatu rumusan permasalahan yaitu bagaimana merancang ulang tata letak fasilitas pabrik untuk meminimasi jarak material handling dengan metode *Systematic Layout Planning*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang ulang tata letak fasilitas pabrik untuk meminimasi jarak material handling dengan metode *Systematic Layout Planning* (SLP).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh informasi apa saja yang menjadi permasalahan di IKM ini yang dapat menghambat proses produksi khususnya pada proses *material handling* dan penyusunan letak setiap mesin

serta menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan perbaikan tata letak fasilitas pabrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Perencanaan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Menurut Hari Purnomo (Ii & Terdahulu, 2006), definisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi suatu produksi. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas-fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin-mesin, bahan_bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia, dan semua peralatan serta fasilitas yang digunakan dalam proses produksi.

Menurut Ma'arif dan Tanjung (Ii & Terdahulu, 2006) keputusan tata letak adalah keputusan membuat desain atau tata letak dari fasilitas-fasilitas produksi yang mencakup mesin-mesin, bahan baku, dan peralatan produksi lainnya dalam satu tempat. Pada buku karangan Sri Joko yang dimaksud dengan tata letak menurut Taylor (1995) adalah pengaturan tata letak dari seluruh fasilitas yang dimiliki oleh perusahaan, dimana pengaturan ini meliputi penetapan lokasi setiap departemen yang ada, letak mesin-mesin (stasiun kerja), letak gudang, lorong (koridor) dan seluruh lingkungan kerja baik yang sekarang digunakan atau yang diusulkan. Dari pendapat-pendapat tersebut dapat ditarik kesimpulan, tata letak merupakan susunan dari fasilitas produksi baik yang sekarang digunakan atau yang diusulkan untuk memperoleh efisiensi dalam aktivitas operasi perusahaan. Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Peralatan dan suatu desain produk yang bagus akan tidak ada artinya akibat perencanaan *layout* yang sembarangan saja. Karena aktifitas produksi suatu industri secara normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat didalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil.

Tujuan utama dalam desain tata letak pabrik pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya sebagai berikut (wignjosoebroto,2003, Hal 67-68).:

1. Biaya untuk konstruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, amupun fasilitas produksi lainnya.

2. Biaya pemindahan bahan (*material handling cost*)
3. Biaya produksi, *maintenance*, *safety*, dan biaya produk setengah jadi.

Selain itu pengaturan tata letak yang optimal akan dapat pula memberikan kemudahan didalam proses *supervise* serta menghadapi rencana perluasan pabrik kelak dikemudian hari (wignjosoebroto,2003, Hal 67-68).

James M. Apple mendefinisikan perancangan tata letak pabrik sebagai perencanaan dan integrasi aliran komponen-komponen suatu produk untuk mendapatkan interelasi yang paling efektif dan efisien antar operator, peralatan, dan proses transformasi *material* dari bagian penerimaan sampai ke bagian pengiriman produk jadi.

Berdasarkan hirarki perencanaan fasilitas dan definisi perancangan tata letak yang telah diuraikan sebelumnya, maka pengertian perancangan tata letak yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah pengaturan konfigurasi stasiun kerja produksi yang disusun berdasarkan interaksi antar departemen yang memenuhi kriteria-kriteria tertentu sehingga interaksi tersebut optimal dalam proses transformasi *material* dari bahan mentah menjadi produk jadi.

Masalah dalam Perancangan Tata Letak industri manufaktur selalu berada dalam persaingan yang ketat. Menghadapi kondisi ini, dimana variasi produk tinggi, daur hidup produk yang pendek, permintaan yang berubah-ubah, dan adanya tuntutan dalam hal pengiriman yang tepat waktu, menyebabkan perusahaan memerlukan strategi untuk meningkatkan efisiensi dalam menggunakan fasilitas. Suatu sistem manufaktur harus dapat menghasilkan produk-produk dengan ongkos yang rendah dan kualitas tinggi, serta dapat mengirimkannya tepat waktu kepada pelanggan. Suatu sistem juga harus dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan-perubahan yang terjadi, baik dari perancangan proses maupun permintaan produk. Salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan merancang tata letak pabrik atau melakukan konfigurasi ulang tata letak pabrik.

Menurut *Nicol* dan *Hollier* 1983, perancangan tata letak tidak hanya diperlukan saat membangun perusahaan baru, tetapi juga saat mengembangkan perusahaan, melakukan konsolidasi atau mengubah struktur perusahaan. Perusahaan yang telah mapan membutuhkan perubahan tata letak fasilitasnya setiap dua atau tiga tahun sekali. Tata letak pabrik yang baik dan didukung pula dengan koordinasi kerja yang bagus antar setiap departemen dalam perusahaan

diharapkan membuat perusahaan tetap bertahan dan sukses dalam persaingan industri di bidangnya

2.2 Tujuan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Menurut Purnomo (2004:118) pada dasarnya tujuan utama perancangan tata letak ini adalah optimalisasi pengaturan fasilitas-fasilitas operasi sehingga nilai yang diciptakan oleh sistem produksi akan maksimal. Adapun secara rinci beberapa tujuan perancangan tata letak fasilitas diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan area yang ada

Perencanaan tata letak yang optimum akan memberikan solusi dalam penghematan penggunaan area (space) yang ada, baik area untuk produksi, gudang, service dan untuk departemen lainnya.

2. Pendayagunaan pemakaian mesin

Tenaga kerja, dan fasilitas produksi lebih besar. Pengaturan yang tepat akan dapat mengurangi investasi di dalam peralatan dan perlengkapan produksi. Peralatan dan perlengkapan dalam proses produksi dapat dipergunakan di dalam tingkat efisiensi tinggi. Begitu juga tenaga kerja dan fasilitas produksi lainnya akan dapat lebih berdaya guna.

3. Meminimumkan Material Handling

Selama proses produksi/operasi perusahaan akan selalu terjadi aktivitas perpindahan baik itu vahan baku, tenaga kerja, mesin ataupun peralatan produksi lainnya. Proses perpindahan ini memerlukan biaya yang relatif cukup besar. Dengan demikian, perancangan tata letak yang baik harus mampu meminimalkan aktivitas-aktivitas pemindahan bahan. Tata letak sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan jarak angkut dari masing_masing fasilitas dapat diminimalisir.

4. Mengurangi waktu tunggu dan mengurangi kemacetan.

Waktu tunggu dalam proses produksi (production delays) yang berlebihan akan dapat dikurangi dengan pengaturan tata letak yang terkoordinasi dengan baik. Banyaknya perpotongan dari suatu lintasan produksi seringkali menyebabkan terjadinya kemacetan-kemacetan.

5. Memberikan jaminan keamanan

Keselamatan dan kenyamanan bagi tenaga kerja. Para tenaga kerja tentu saja menginginkan bekerja dalam lingkungan yang aman, nyaman dan menyenangkan.

6. Mempersingkat proses manufaktur

Dengan memperpendek jarak antar operasi satu dengan operasi berikutnya, maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk berpindah dari stasiun kerja satu ke stasiun kerja lainnya dapat dipersingkat pula. Dengan demikian total waktu produksi juga dapat dipersingkat.

7. Mengurangi persediaan setengah jadi

Persediaan barang setengah jadi (*work in process inventory*) terjadi karena belum selesainya proses produksi dari produk yang bersangkutan. Persediaan barang setengah jadi yang tinggi tidak menguntungkan perusahaan karena dana yang tertanam tersebut sangat besar. Perancangan tata letak yang baik hendaknya memperhatikan keseimbangan lintasan (*line balancing*), karena menumpuknya barang setengah jadi salah satunya disebabkan oleh tidak seimbangya lintasan produksi.

8. Mempermudah aktivitas supervisi.

Penempatan ruangan supervisor yang tepat akan memberikan keleluasaan bagi supervisor untuk mengawasi aktivitas yang sedang berlangsung di area kerja

2.3 Jenis Persoalan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Masalah dan jenis persoalan pada tata letak jenisnya beragam (Apple, J.M., 1990, Hal 16 – 18):

1. Perubahan Rancangan
2. Perluasan Departemen
3. Pengurangan Departemen
4. Penambahan Produk Baru
5. Memindahkan Satu Departemen
6. Penambahan Departemen Baru
7. Peremajaan Peralatan yang Rusak
8. Perubahan Metode Produksi
9. Penurunan Biaya
10. Perencanaan Fasilitas Baru

2.4 Tipe-Tipe Tata Letak dan Dasar Pemilihannya

Salah satu keputusan penting yang perlu dibuat adalah keputusan menentukan Tipe tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufaktur untuk jangka waktu yang cukup panjang. Menurut Purnomo (2004:69) tipe-tipe tata letak secara umum adalah *Product Layout*, *Process Layout* *fix position layout* dan *Group Technology Layout*).

2.4.1 Tata Letak Berdasarkan Aliran Produksi (Product Layout atau *Production Line Product*)

Product layout dapat didefinisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Dalam Product Layout, mesin_mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Adapun pertimbangan dalam pemilihan jenis layout ini diantaranya :

- 1) Hanya ada satu atau beberapa standar produk yang dibuat
- 2) Produk dibuat dalam volume besar untuk jangka waktu relatif lama
- 3) Adanya keseimbangan lintasan yang baik antara operator dan peralatan
- 4) produksi Menentukan aktivitas inspeksi yang sedikit selama proses produksi berlangsung
- 5) Mesin memiliki sifat special purpose dan tidak menuntut ketrampilan tinggi bagi operator.
- 6) Keuntungan dari jenis layout ini yaitu pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sehingga inventori barang setengah jadi menjadi kecil dan waktu produksi per unit menjadi lebih pendek. Sedangkan kerugian untuk jenis layout ini yaitu rusaknya satu mesin akan berpengaruh pada proses produksi keseluruhan.

2.4.2 Tata Letak Berdasarkan Fungsi/macam Proses (Process Layout)

Tata letak ini merupakan metode penempatan mesin dan peralatan produksi yang memiliki tipe sama ke dalam satu departemen. Karakteristik tipe tata letak ini antara lain:

- 1) Perbandingan antara jumlah (Q) dan jenis produk (P) kecil
- 2) Produksi berdasarkan job order
- 3) Mesin produksi dan perlengkapan yang sama ditempatkan pada satu departemen.

Keuntungan dari jenis tata letak ini adalah mampu mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk serta spesialisasi kerja. Sedangkan kerugiannya berupa kesulitan menyeimbangkan lintasan kerja dalam departemen sehingga memerlukan area untuk work in process storage.

Proses *Layout* dilakukan bila volume produksi kecil, dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar, biasanya berdasarkan order. Kondisi ini disebut sebagai *job shop*. Tata letak tipe *process Layout* banyak dijumpai pada sektor

industri manufaktur maupun jasa. Kelebihan atau keuntungan menggunakan *Layout* tipe ini adalah:

- 1) Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup berbagai macam jenis dan model produk.
- 2) Investasi mesin relatif kecil karena digunakan mesin yang umum (*general purpose*).
- 3) Keragaman tugas membuat tenaga kerja lebih tertarik dan tidak bosan.
- 4) Adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, khususnya untuk pekerjaan yang sulit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.
- 5) Mudah untuk mengatasi *breakdown* pada mesin, yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain dan tidak menimbulkan hambatan-hambatan dalam proses produksi.

Sedangkan sisi kelemahan atau kekurangannya adalah:

- a) Aliran proses yang panjang mengakibatkan *material handling* lebih mahal karena aktivitas pemindahan *material*. Hal ini disebabkan karena tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi.
- b) Total waktu produksi lebih panjang.
- c) Inventori barang setengah jadi cukup besar, jadi menyebabkan penambahan tempat.
- d) Diperlukan keterampilan tenaga kerja yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.
- e) Kesulitan dalam menyeimbangkan tenaga kerja dari setiap fasilitas produksi karena penempatan mesin yang terkelompok.

2.4.3 Tata Letak Berdasarkan Lokasi Material Tetap (Fix Position Layout)

Untuk jenis layout ini material atau komponen produk utama tetap pada lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti mesin, manusia dan komponen pendukung lainnya yang bergerak menuju lokasi komponen utama. Keuntungan dari jenis tata letak ini adalah perpindahan material dapat dikurangi, sedangkan kelemahannya adalah memerlukan operator dengan keterampilan yang tinggi dan pengawasan yang ketat.

Keuntungan tata letak tipe ini adalah:

- 1) Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.

- 2) Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah:

- a) Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi berlangsung.
- b) Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan perubahan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.
- c) Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.

2.4.4 Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk (Group-Technology

Layout)

Tipe tata letak ini, komponen yang sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen. mesin atau peralatan yang dipakai. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah ‘manufacturing cell’. Kelebihan tata letak ini adalah dengan adanya pengelompokan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal. Juga lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material akan lebih pendek. Sedangkan kekurangan dari tipe layout ini yaitu diperlukan tenaga yang memiliki kemampuan dan keterampilan yang tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang ada. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam menjaga keseimbangan kerja yang bergerak.

2.5 Prosedur dan Faktor Mempengaruhi Pengaturan Tata Letak (Layout)

Menurut Yamit (2002:122) perencanaan tata letak fasilitas pabrik berhubungan erat dengan proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan dan pekerja di masing-masing stasiun kerja (work station).

Untuk mengatur tata letak mesin dan fasilitas produksi maupun letak departemen dalam pabrik, prosedur umum yang dilaksanakan sebagai langkah-langkah proses perencanaan tata letak fasilitas pabrik, baik menyangkut fasilitas produksi yang sudah ada (relayout) maupun pengaturan fasilitas produksi dari pabrik baru adalah sebagai berikut:

- a) Analisis produk dan proses produksi yang diperlukan
- b) Penentuan jumlah mesin dan luas area yang dibutuhkan

- c) Penentuan tipe layout yang dikehendaki
- d) Penentuan aliran kerja dan bahan
- e) Penentuan luas area untuk departemen
- f) Rencana secara detail layout yang dipilih

2.6 Peta-Peta Kerja Dalam Perancangan Tata Letak

Menurut Wignjosoebroto (1992), Peta-peta kerja merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai akhir. Contoh informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suametoda kerja, terutama dalam suatu proses produksi, yaitu: jumlah benda keryang harus dibuat, waktu operasi mesin, kapasitas mesin, bahan-bahan khusyang harus disediakan, alat-alat khusus yang harus disediakan, dan sebagainya. Jadi peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secasistematis dan jelas (biasanya kerja produksi).

Lewat peta-peta ini kita bimelihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja damulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku), kemudian menggambarkan semulangkah yang dialaminya, seperti transportasi, operasi mesin, pemeriksaan d perakitan, sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap merupakan bagian dari suatu produk lengkap. Apabila kita melakukan studi yang seksama terhadap suatu peta kerja, ma pekerjaan kita dalam usaha memperbaiki metode kerja dari suatu proses produkakan lebih mudah dilaksanakan. Perbaikan yang mungkin dilakukan, antara laikita bisa menghilangkan operasi-operasi yang tidak perlu, menggabungkan suaoperasi dengan operasi lainnya, menemukan suatu urutan-urutan kerja/pros produksi yang lebih baik, menentukan mesin yang lebih ekonommenghilangkan waktu menunggu antar operasi dan sebagainya.

Terdapat beberapa teknik umum yang digunakan dalam merencanakan aliran. Beberapa diantaranya khusus digunakan dalam tata letak pabrik, beberapa lagi digunakan dalam tahap pemindahan bahan, dan beberapa dipinjam dari gudang ekonomi gerakan dan penyederhanaan kerja (teknik tata cara kerja). Walaupun kebanyakan teknik semula ditujukan untuk tujuan analisis, teknik-teknik tersebut juga berguna untuk perencanaan. Yang paling umum digunakan adalah :

2.6.1 *Assembly Chart*

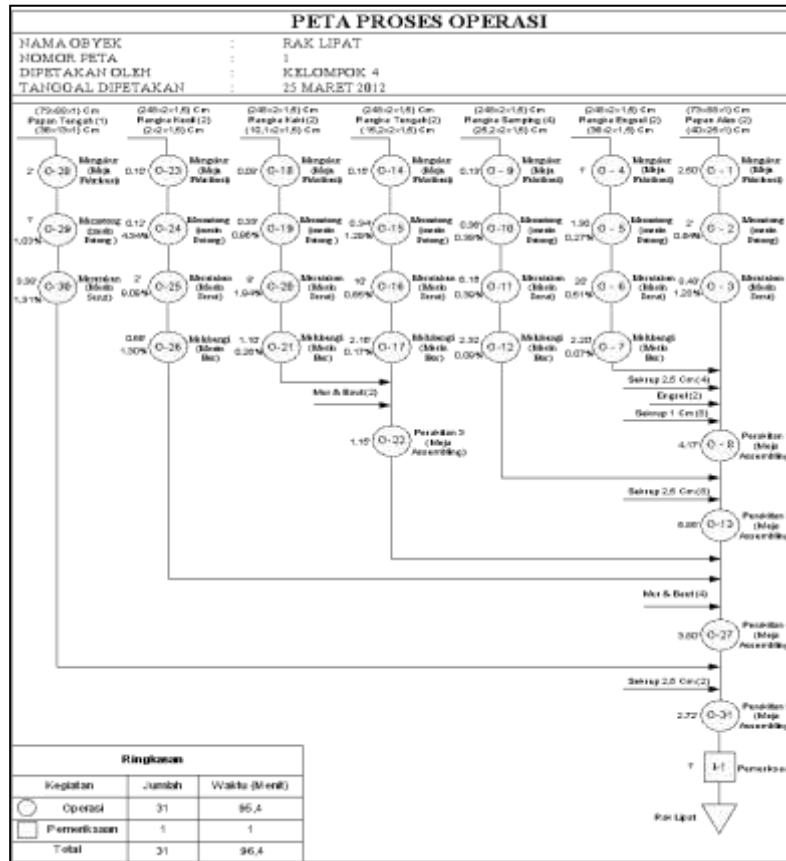
Assembly Chart adalah gambaran grafis dari urutan-urutan aliran komponen dan rakitan-bagian kedalam rakitan suatu produk. Akan terlihat bahwa

peta rakitan menunjukkan cara yang mudah dipahami tentang (Apple J.M, 1990, Hal 137-139) :

1. Komponen-komponen yang membentuk produk.
2. Bagaimana komponen ini bergabung bersama.
3. Komponen yang menjadi bagian suatu rakitan-bagian.
4. Aliran komponen ke dalam sebuah rakitan.
5. Keterkaitan antara komponen dengan rakitan-bagian.
6. Gambaran menyeluruh dari proses rakitan.
7. Urutan waktu komponen bergabung bersama.
8. Suatu gambaran awal dari pola aliran bahan.

2.6.2 Operation Process Chart (OPC)

Operation process chart akan menunjukkan langkah-langkah secara kronologis dari semua operasi inspeksi, waktu longgar, dan bahan baku yang digunakan didalam suatu proses *manufacturing* yaitu mulai datangnya bahan baku sampai ke proses pembungkusan (*packaging*) dari produk jadi yang dihasilkan. Peta ini akan melukiskan peta operasi dari seluruh komponen-komponen dan sub *assemblies* sampai menuju main *assemblies*. Untuk membuat *operation process chart* maka disini ada dua simbol persegi yang menunjukkan aktifitas inspeksi. Pada pembuatan peta proses ini maka garis vertikal akan menggambarkan aliran umum dari proses yang dilaksanakan, sedangkan garis horizontal yang menuju kearah garis vertikal akan menunjukkan adanya *material* yang akan bergabung dengan komponen yang akan dibuat (wignjosoebroto,2003, hal 100).



Gambar 1. Peta Proses Operasi

2.6.3 Production Routing

Production Routing pada analisis proses ini kita menentukan langkah-langkah yang harus diambil dalam suatu operasi manufacturing dari sebuah benda kerja. Langkah-langkah operasi ini secara spesifik diatur dalam proses “*packaging*” yang biasanya hal ini akan dibuat oleh departemen Perencanaan dan pengendalian produksi. Operasi akan menyimpulkan langkah-langkah operasi yang diperlukan untuk merubah bahan baku menjadi produk jadi yang dikehendaki, dimana untuk itu beberapa informasi harus ikut menyertai didalam langkah ini, yaitu sebagai berikut (wignjosoebroto,2003, Hal 95-96).

1. Nama dan nomor komponen yang akan dibuat.
2. Nomor gambar kerja dari komponen tersebut.
3. Macam operasi kerja dan nomor operasinya.
4. Mesin dan peralatan produksi yang dipakai.
5. Waktu standard yang ditetapkan untuk masing-masing operasi kerja.

2.6.4 Multi Product Process Chart (MPPC)

Multi Product Process Chart merupakan suatu peta yang digunakan untuk menganalisis aliran barang dalam pabrik yang sudah ada maupun untuk perencanaan pabrik baru dan mempunyai keterkaitan dengan Peta Proses Operasi

(OPC). MPPC (*Multi Product Process Chart*) juga merupakan suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan proses untuk masing-masing komponen yang akan diproduksi. Fungsi MPPC yaitu untuk menunjukkan keterkaitan produksi antar komponen atau antar produk mandiri, bahan, bagian, pekerjaan, atau kegiatan. Selain itu, peta ini juga digunakan untuk membantu operasi *Job-Shop*.

	Komponen Peralatan	Fabrikasi		Jumlah mesin	Assembly	Jmlh Mesin	Total
		100	200		500		
Fabrikasi	Receiving	↓	↓				
	Mesin Ob. Bending	2	4	6			6
	Mesin Press	2	4	6			11
	Mesin Mlt Boring	4	7	11			9
	Mesin Ob Pierching	3	6	9			6
	Bak Nikel	2	4	6			1
	Bangku Storage		1	1		↓	
AAS	Electric Saw Driver Storage				2	2	2
	Shipping						
	Output : Jumlah Total Mesin						41

Gambar 2. MPPC (*Multi Product Process Chart*)

Input dari *Multi Product Process Chart* (MPPC) yaitu OPC (*Operation Process Chart*) dan *Routing Sheet*. Tujuan dari pembuatan *Multi Product Process Chart* (MPPC) yaitu untuk dapat memahami aliran proses produksi suatu produk secara keseluruhan beserta dengan total waktu pengoperasian mesin yang digunakan.

2.6.5 Peta Aliran Proses

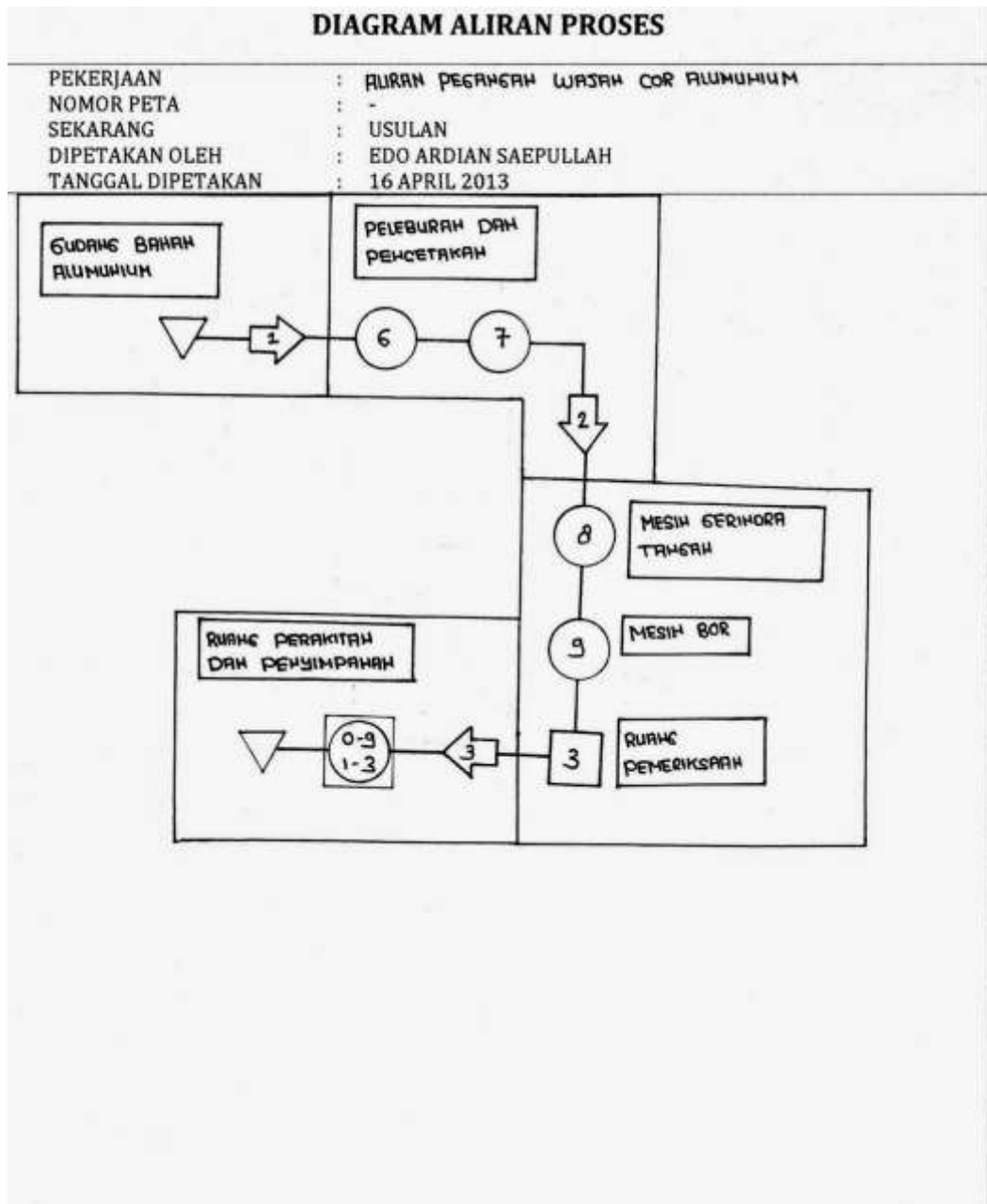
Peta aliran proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses atau prosedur berlangsung. Di dalamnya dimuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis seperti waktu yang dibutuhkan dan jarak perpindahan yang terjadi. Waktu biasanya dinyatakan dalam jam atau menit sementara jarak perpindahan biasanya dinyatakan dalam meter.

PETA ALIRAN PROSES																	
RINGKASAN						PEKERJAAN PERAWATAN WADAH DENGAN PERAWATAN WADAH											
KEGIATAN	SEKARANG		USULAN		BEDA		NOMOR PETA	ORANG	BAHAN	USULAN							
	JML	WKT	JML	WKT	JML	WKT											
OPERASI	1	0.5															
PEMERIKSAAN	1	-															
TRANSPORTASI	2	0.1															
MENUNGGU	-	-															
PENYIMPANAN	1	-															
JARAK TOTAL		0															
URAIAN KEGIATAN		LAMBIANG					JARAK (METER)	JUMLAH	WAKTU (JAM)	ANALISA			TINDAKAN UBAH				
		○	□	➔	D	▽				APA	DIMANA	KAPAN	SIAPA	BAGAIMANA	GABUNGAN	URUTAN	TEMPAT
PINDAHKAN WADAH KE BAGIAN PERAKITAN							5	1	0.1								
PINDAHKAN PERAWATAN WADAH KE BAGIAN PERAKITAN							5	2	0.1								
RANTAI WADAH DENGAN PERAWATAN WADAH DENGAN MENDEUNGKANAN SHARP (BAUT)							-	-	0.5								
BERSUKA-SAMBUK TERLEBIH (KALAT, TIDAK BOYAK)							-	1	-								
SIMPAN WADAH YANG SUDAH SUDAH KE TEMPAT DEDUNGKANNAN							-	-	-								

Gambar 3. Peta Aliran Proses

2.6.6 Peta Diagram Aliran

Diagram Aliran merupakan suatu gambaran menurut skala, dari susunan lantai dan gedung yang menunjukkan lokasi dari semua aktivitas yang terjadi dalam Peta Aliran Proses. Aktivitas yang berarti pergerakan suatu material atau orang dari suatu tempat ke tempat berikutnya dinyatakan oleh garis aliran dalam diagram tersebut. Arah aliran digambarkan oleh anak panah kecil pada garis aliran tersebut.



Gambar 4. Diagram Aliran Proses

2.7 Perencanaan Kebutuhan Bahan

Perencanaan jumlah kebutuhan bahan baku atau *material* untuk memproduksi suatu produk dilakukan berdasarkan banyaknya produk yang biasanya dipesan oleh pelanggan. Jumlah tersebut telah dikonversikan ke dalam satuan unit. Hal ini dilakukan untuk menentukan jumlah produk yang akan diproduksi dalam suatu periode tertentu. Untuk menghitung kebutuhan *material* untuk masing-masing komponen tersebut dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan bahan} = \frac{\text{Input x jumlah item}}{\text{Unit per bahan dasar}}$$

Dimana unit per bahan dasar merupakan dimensi bahan dasar dibagi dengan dimensi bahan jadi. Sedangkan jumlah *input* yang akan dihasilkan

tergantung dan target produksi yang akan dihasilkan per waktu. Target produksi ini sama dengan jumlah *output* yang akan dihasilkan pada akhir produksi sehingga menghasilkan *output* per waktu. Untuk menghitung jumlah *input* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Input} = \frac{\text{Output}}{(1 - \% \text{Scrap})}$$

Penentuan *scrap* ini dilakukan melalui pertimbangan geometris dan kualitas dari produk yang akan dihasilkan. Selain itu, rumus lain yang digunakan dalam perencanaan kebutuhan bahan, mesin, peralatan serta operator adalah:

$$\% \text{ scrap} = \frac{\text{Dimensi yang tidak dipakai}}{\text{Dimensi awal}} \times 100\%$$

$$\text{Output} = \frac{\text{Target produksi/bulan}}{\text{Banyaknya jam kerja/bulan}}$$

$$\text{Input} = \frac{\text{output}}{(1 - \% \text{Scrap})}$$

$$\text{Unit/bahan dasar} = \frac{\text{Dimensi bahan dasar}}{\text{Dimensi bahan jadi}}$$

$$\text{Kebutuhan material} = \frac{\text{Input}}{\text{Output}}$$

$$\text{Kebutuhan Bahan} = \frac{\text{Input} \times \text{Jumlah item}}{\text{Unit per bahan dasar}}$$

$$\text{Kebutuhan mesin teoritis} = \frac{\text{Efisiensi mesin}}{\text{Produk/jam}}$$

$$\text{Kebutuhan mesin aktual} = \text{Kebutuhan mesin dibulatkan ke atas}$$

$$\text{Kebutuhan operator} = \text{Kebutuhan mesin aktua} \times \text{jumlah operator}$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{H}{D} = \left(1 - \frac{D_T + S_T}{D}\right)$$

Keterangan :

E = Efisiensi Mesin

H = *Running time* per periode

D = Lama waktu kerja per periode

DT = *Down time* per periode

ST = *Set up* mesin

Langkah-langkah dalam merencanakan kebutuhan *material* adalah:

1. Tentukan *input* masing-masing komponen.
2. Hitung jumlah kebutuhan *material*.

3. Buat tabel rekapitulasi kebutuhan *material*.
4. Buat tabel rekapitulasi kebutuhan *material*.
5. Buat tabel rekapitulasi kebutuhan *material*.

2.8 Perencanaan Kebutuhan Mesin

Perhitungan kebutuhan mesin ini dilakukan untuk memperoleh beberapa area yang dibutuhkan sebagai sarana pendukung pada rantai produksi. Jumlah mesin yang dibutuhkan tergantung pada rencana produksi, target produksi yang telah ditentukan, kapasitas produksi, dan waktu produksi yang dibutuhkan. Perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{T}{60} \times \frac{P}{D \times E}$$

N = Kebutuhan mesin

T = Total waktu pengerjaan selama produksi

D = Waktu operasi yang tersedia

2.9 Perencanaan Kebutuhan Operator

Setiap mesin membutuhkan operator untuk mengawasi atau menjalankan mesin tersebut. Untuk mengoptimalkan pemakaian sumber daya manusia perlu dilakukan perhitungan jumlah operator tiap mesin.

Tujuannya agar jumlah operator yang dipakai sesuai dengan jumlah operator yang dibutuhkan oleh mesin yang bersangkutan, sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan operator. Untuk mencari jumlah operator mesin keseluruhan cukup dengan mengalikan nilai ini dengan jumlah mesin yang dibutuhkan. Setelah diperoleh jumlah operator untuk tiap stasiun kerja, selanjutnya dibuat rekapitulasinya.

2.10 Perencanaan Gudang

Gudang adalah sebuah ruangan yang digunakan untuk menyimpan berbagai macam barang dan gudang merupakan suatu fungsi penyimpanan berbagai macam jenis produk yang memiliki unit-unit penyimpanan dalam jumlah yang besar maupun yang kecil dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik dan saat produk dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kerja dalam fasilitas produksi. Dalam sistem pergudangan yang baik adalah sistem pergudangan yang mampu memanfaatkan ruang untuk penyimpanan secara efektif agar dapat meningkatkan utilitas ruang serta meminimalisasi biaya

material handling. Kurangnya pemanfaatan ruang penyimpanan yang kurang efektif menyebabkan banyaknya produk yang tidak tertampung dalam gudang dan biaya *material handling* yang tinggi (Heragu, 1997).

Dalam perancangan tata letak fasilitas pabrik, gudang menjadi faktor penting dalam kegiatan pelayanan produksi. Gudang pada dasarnya terbagi atas 2 jenis gudang yaitu gudang bahan baku (*storage*) dan gudang bahan jadi (*warehouse*). Kegiatan yang berlangsung di *warehouse* adalah kegiatan yang berhubungan dengan proses *shipping*. Oleh karena itu tidak dapat dipisahkan dan keseluruhan kegiatan yang terjadi pada Iantai produksi.

Elemen-elemen utama dan perancangan *warehouse* yang tidak dapat dipisahkan adalah struktur bangunan (*building shell*), *storage*, *sistem material handling* dan pengendalian atau kebijaksanaan (*control /policies*).

Banyaknya tumpukan *material* di dalam gudang dapat dihitung dengan persamaan berikut [Apple J.M,1990, Hal 279] :

$$Q = (TP / V) / S$$

Dimana

Q = Jumlah tumpukan yang diharapkan

TP = Target produksi

V = Volume tempat penyimpanan (peti kemas dengan berbagai bentuk)

S = Jumlah tumpukan maksimum

Banyaknya tumpukan maksimum dalam satu rak = $(P/\text{diameter}) \times (T/\text{diameter})$

Jumlah yang akan ditumpuk = bahan yang dibutuhkan dalam satu bulan x
jumlah hari kerja

Jumlah komponen/*unit received* = kebutuhan bahan x jam kerja x hari kerja

2.11 Perencanaan SDM, Kebutuhan Ruang dan Stasiun Kerja Mandiri

2.11.1 Perencanaan Sumber Daya Manusia

Sumber daya perusahaan terdiri dari asset *tangible* (seperti mesin, bangunan, uang) maupun asset *intangible* (seperti pengetahuan, kemampuan dan keterampilan sumber daya manusia). Sumber daya perusahaan yang berupa asset *tangible* mudah ditiru oleh pesaing namun asset *intangible* yang dimiliki oleh perusahaan sangatlah sulit untuk ditiru oleh pesaing, sehingga Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan sumber keunggulan kompetitif yang potensial karena kompetensi yang dimilikinya berupa intelektualitas, sifat, keterampilan, karakter personal, serta proses intelektual dan kognitif, tidak dapat ditiru oleh perusahaan yang lain. Oleh karena itu perusahaan dituntut untuk melakukan pengembangan

berkesinambungan terhadap kuantitas dan kualitas pengetahuan SDM melalui pelatihan kepada SDM atau merangsang SDM-nya agar senantiasa “*learning by doing*” sesuai dengan “*learning organization*”. Untuk dapat mengembangkan SDM yang dimiliki perusahaan sangat tergantung pada proses organisasi untuk mencetak SDM yang kompeten dan kemampuan perusahaan untuk merekrut individu-individu terbaik. Hal ini berarti bagaimana perusahaan melakukan perencanaan SDM sangat mempengaruhi bagaimana SDM itu harus dikembangkan untuk mencapai keunggulan kompetitif (Widajanti, 2007).

2.11.2 Perencanaan Kebutuhan Ruang

Parwa-parwa terdahulu telah mengemukakan masalah-masalah yang tercakup dalam perencanaan keterkaitan kegiatan dan karakteristik-karakteristik berbagai kegiatan. Sekarang, tibalah saatnya untuk berpikir lebih spesifik, dalam batasan meter persegi ruangan nyata yang dapat digunakan, dibutuhkan atau dialokasikan pada setiap kegiatan atau fungsi. Parwa ini mengemukakan informasi dan prosedur untuk menentukan jumlah ruangan yang dibutuhkan untuk beberapa kegiatan tadi yang membutuhkan sejumlah ruangan. Kegiatan yang dicakup di sini adalah (Apple J.M,1990, Hal 275):

1. Kantor
2. Penerimaan
3. Gudang bahan baku
4. Produksi
5. Pelayanan kesehatan
6. Pelayanan makanan
7. Ruang ganti pakaian, dan WC
8. Ruang perkakas dan rak perkakas
9. Perawatan
10. Gudang produk-jadi
11. Pengiriman
12. Parkir

2.11.3 Perencanaan Kebutuhan Stasiun Kerja Mandiri

Stasiun kerja mandiri mempunyai sistem sendiri seperti halnya pabrik dimana ada tempat penerimaan, proses produksi, dan pengiriman. Pengaturan stasiun kerja mandiri yang efisien serta penggunaan luas lantai yang optimal dan sesuai dengan pola aliran material akan mempermudah proses secara keseluruhan. Langkah-langkah umum merancang stasiun kerja mandiri sebagai berikut

(Hadiguna dan Setiawan,2008, Hal 75) :

1. Tentukan aliran bahan dalam stasiun kerja dan sesuaikan dengan kegiatan sepanjang lintasan pabrik atau departemen.
2. Tentukan arah aliran yang diinginkan; berdasarkan aliran bahan ketika melewati tempat kerja, misalnya dari kiri ke kanan atau dari depan ke belakang.
3. Tentukan barang atau kegiatan yang akan mengisi tempat kerja; misalnya mesin, meja, dan tempat penumpukan material.
4. Buatlah sketsa dasar dasar peralatan utama pada stasiun kerja di posisi terdekat yang diinginkan.

Luas area yang dibutuhkan oleh sebuah stasiun kerja ditentukan oleh luas area mesin peralatan, area kerja operator, serta penumpukan barang setengah jadi. Selain ketiga faktor diatas, kita memerlukan pula adanya *allowance* atau kelonggaran. Adapun, *allowance* yang diberikan berkisar antara 150% sampai 300% luas total ketiga area, tergantung pada struktur bangunan fasilitas. Selain perancangan kerja mandiri terhadap letaknya dalam pabrik keseluruhan, perancangan di dalam stasiun kerja mandiri ditentukan pula oleh berbagai factor, terutama factor ergonomis dan studi gerak. Panduan umum untuk menentukan stasiun kerja mandiri adalah (Hadiguna dan Setiawan,2008, Hal 75-76):

1. Rancangan agar perkakas, alat ukur, bahan, dan kendali mesin diletakkan di dekat dan di depan operator.
2. Rancangan penyerahan bahan langsung ke tempat pemakaiannya.
3. Rencanakan pemindahan bahan dari tempat kerja yang tepat dan efisien.
4. Rencanakan penempatan bahan di tempat kerja agar dapat diambil dalam urutan gerakan yang paling efisien.
5. Rencanakan tiap daerah kerja dalam kaitan yang tepat dengan operasi sebelum dan sesudahnya.
6. Sediakan ruang yang cukup pada tempat kerja untuk penyerahan, penyimpanan, dan pemindahan bahan.
7. Pilihlah peralatan pemindah yang tepat sesuai dengan luas tempat penerimaan dan pengiriman yang dialokasikan.
8. Memberikan kelonggaran yang dibutuhkan di dalam dan disekitar tempat kerja untuk pelaksanaan operasi yang tepat.
9. Memberikan kelonggaran untuk bagian mesin yang bergerak melebihi panjang mesin sendiri.

2.11.4 Perencanaan Kebutuhan Luas Lantai

Stasiun kerja mandiri yang dihasilkan selanjutnya dikonersikan dalam kebutuhan luas lantai. Syarat utama perencanaan luas lantai adalah pembakuan sistem kerja. Dalam perencanaan stasiun kerja mandiri, kita harus memastikan bahwa sistem kerja telah baku. Apabila sistem kerja belum baku, maka luas lantai yang dibutuhkan menjadi tidak bagus. Komponen-komponen yang harus diperhatikan dalam perencanaan kebutuhan luas lantai adalah luasan mesin-mesin, serta luasan untuk kegiatan pemindahan bahan. Luasan pokok kemudian ditambahkan *allowance* yang bertujuan mendukung kelancaran kegiatan produksi (Hadiguna dan Setiawan, 2008, Hal 77).

2.11.5 Perencanaan Aliran Bahan

Perencanaan fasilitas patut mempertimbangkan aliran makro manajemen bahan, aliran bahan, distribusi fisik, dan logistic yang sangat bernilai. Dalam lingkungan aliran bahan, pertimbangan kritis yang perlu diperhatikan adalah pola umum aliran bahan. Pola umum aliran bahan dapat dipandang dari beberapa perspektif, yaitu aliran bahan pada stasiun kerja mandiri, aliran bahan pada departemen, dan aliran bahan antar departemen (Hadiguna dan Setiawan, hal.33-35, 2008).

Pertimbangan ergonomis dan ekonomi gerakan merupakan hal utama yang menjadi perhatian dalam perencanaan aliran bahan pada tingkat stasiun kerja mandiri. Pola umum aliran bahan di tingkat departemen sangat tergantung pada tipe departemennya atau tipe tata letak mesin yang diterapkan. Misalnya pada tipe tata letak mesin berdasarkan produk, maka tipe aliran bahan tergantung pada penempatan mesin-mesin. Misalnya *end to end*, *back to end*, *front to front*, *circular*, atau *odd angle*.

2.11.6 Perencanaan Kebutuhan *Material Handling*

Menurut Wignjosoebroto (2009), tata letak yang baik adalah tata letak yang dapat menangani sistim *material handling* secara menyeluruh sedangkan Purnomo (2004) menyebutkan tata letak fasilitas yang dirancang dengan baik pada tata letak fasilitas yang dirancang dengan baik pada umumnya akan memberikan kontribusi yang positif dalam optimalisasi proses operasi perusahaan dan pada akhirnya akan menjaga kelangsungan hidup perusahaan serta keberhasilan perusahaan (Merry Siska dan Hendriadi, 2012)

Sistem pemindahan bahan pada dasarnya dirancang secara simultan dengan tata letak fasilitas. Namun, keberadaan sistem pemindahan bahan maupun

prosedur pemindahannya. Sistem pemindahan bahan, baik dari jenis alat pemindahan maupun prosedur pemindahannya. Sistem pemindahan dapat didefinisikan sebagai mekanisme mengelola pemindahan bahan dengan mempertimbangkan aspek ekonomis, ergonomis, dan teknis. Kemudian, sistem pemindahan bahan merupakan upaya agar dapat mereduksi *lead time*. Perpindahan bahan tidak dapat dihindarkan, sekalipun merupakan *waste*. Namun, perancangan sistem pemindahan bahan yang baik dapat menguranginya (Hadiguna dan Setiawan, 2008, Hal 211).

Dalam kegiatan manufaktur, pemindahan bahan mengambil porsi 25% dari jumlah pekerja, 55% dari luas lantai yang digunakan, dan 87% dari waktu produksi yang digunakan. Informasi demikian merupakan bukti nyata pentingnya perancangan sistem pemindahan bahan yang mampu mereduksi kontribusi pekerja, pemakaian luas lantai, dan waktu produksi. Pada umumnya, perancangan dilakukan dengan cara ekonomi gerakan untuk tipe manual dan pemilihan alat pemindahan bahan yang memberikan manfaat lebih besar dibandingkan dengan biaya investasi yang dikeluarkan.

Apabila kita lihat dari lingkup kegiatan, maka pemindahan bahan dibagi tiga, yaitu pada tingkat stasiun kerja, departemen, dan pabrik. Pemindahan bahan pada tingkat stasiun kerja merupakan kegiatan pemindahan bahan untuk mendukung operasi pembuatan sebuah komponen atau bagian komponen. Pada tingkat ini, masalah pemindahan diselesaikan menggunakan prinsip-prinsip ekonomi gerakan. Sementara itu, pada tingkat departemen maupun pabrik secara keseluruhan permasalahan utama yang sering muncul adalah penentuan jenis peralatan, jumlah yang dibutuhkan, dan jumlah operasinya.

2.12 Evaluasi dan Implementasi Tata Letak Fasilitas Pabrik

2.12.1 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan sebuah lokasi bagi perusahaan merupakan hal yang sangat penting bagi pengusaha, karena sebagian besar faktor ongkos ditentukan oleh keadaan di luar kendali pengelola jika fasilitas telah ditempatkan. Penelitian yang didasarkan analisis biaya merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan tempat sebuah perusahaan dapat memperoleh manfaat ekonomis terbesar dalam membiayai produksi dan distribusi (Apple J.M, 1990, Hal 517).

Alasan utama yang ada pada setiap perusahaan adalah memasok kebutuhan atau jasa ini, perusahaan harus memenuhi tiga kebutuhan dasar:

1. Pengumpulan bahan yang dibutuhkan pada lokasi.

2. Pemrosesan bahan menjadi produk.
3. Menyalurkan produk ke pasaran.

Kebutuhan-kebutuhan dasar ini menggambarkan jumlah berbagai ongkos masing-masing, dan bagaimana pentingnya ongkos ini nisbi akan berbeda pada tiap lokasi. Karenanya, tapak yang sempurna adalah yang memberikan ongkos total terkecil bagi ketiga kebutuhan dasar tadi, tentunya perusahaan dapat diterima masyarakat secara social dan secara ekonomis.

2.12.2 Evaluasi *Layout*

Masalah tata letak fasilitas cukup kompleks dan luas. Untuk mengkajinya kita perlu melibatkan model-model optimalisasi yang dapat dilihat dari banyak model-model dan teknik-teknik yang telah dikembangkan. Lebih lanjut, masalah tata letak fasilitas adalah masalah pengaturan departemen-departemen pada fasilitas yang tersedia dengan tujuan mengoptimalkan objektif yang telah dinyatakan. Pendekatan desain fasilitas manufaktur yang secara eksplisit menggunakan obyektif tunggal (*Single objective*) dan menghasilkan penyelesaian yang biasa terhadap kebutuhan perusahaan. Kemudian, pelibatan beberapa obyektif menjadi isu penting karena proses desain akan melibatkan factor-faktor yang berkaitan dengan tujuan-tujuan strategis, ukuran-ukuran kinerja sistem, dan keunggulan dalam *marketplace* (Hadiguna dan Setiawan, 2008, Hal 189).

Prosedur dalam mendesain fasilitas mengarah pada munculnya alternatif-alternatif tata letak karena pada praktiknya, kondisis *trading-off* harus terjadi. Permasalahannya adalah bagaimana cara mengevaluasi alternatif-alternatif yang telah dihasilkan. Berdasarkan prosedur perencanaan tata letak pabrik, kita seharusnya dapat menghasilkan beberapa alternatif tata letak. Permasalahan tata letak diselesaikan dengan menghasilkan beberapa alternatif tata letak. Tujuannya adalah menghasilkan sistem yang memenuhi kebutuhan perusahaan yang telah dirumuskan pada fase persiapan. Kita melakukan pembangkitan alternatif tata letak pada fase definisi. Kemudian, kita membuat keputusan untuk menginstalasi tata letak terpilih pada fase instalasi. Pada fase instalasi, kita memilih hasil desain tata letak yang terdiri atas beberapa alternatif dengan mengakomodasi kebutuhan perusahaan (Hadiguna dan Setiawan, 2008, Hal 189).

Setelah tata letak selesai, perancang yang mempunyai kepentingan harus melakukan evaluasi untuk kemudian mendapatkan persetujuan dan akhirnya dibangun atau diwujudkan. Ada dua kemungkinan yang menimbulkan perlunya penilaian tata letak (Apple J.M,2008, Hal 473):

1. Evaluasi tata letak yang ada dengan tujuan mencari peluang perbaikan.
2. Evaluasi terhadap tata letak alternative untuk suatu masalah atau proyek tunggal.

Tetapi sebelum setiap evaluasi dilakukan, diperlukan dasar-dasar untuk melakukannya, yang mencakup:

1. Tujuan yang dikembangkan pada awal proses tata letak.
2. Kriteria tata letak atau ukuran yang menentukan tata letak yang baik.
3. Perbandingan biaya dengan alternatif lain.
4. Penghasilan atas modal dari fasilitas baru.
5. Faktor-faktor yang tak dapat ditentukan atau tak terduga, yang merupakan hal secara normal tidak diperhitungkan karena kesulitan pengukurannya.
6. Faktor-faktor nirujud yang tidak memiliki dasar penghasilan kedalam nilai-nilai angkawi untuk tujuan perbandingan yang harus dinilai dengan pembenaran.

Semua itu akan diperhitungkan dengan suatu teknik atau prosedur yang akan dibicarakan berikut ini, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Yaitu, baik dibandingkan atau ditimbang antara kelebihan dan kekurangannya, atau dengan cara pengukuran nilai tata letak secara kuantitatif. Makin rumit suatu proyek, atau karena harus membandingkan beberapa pilihan, penilaian akan lebih terstruktur dan lebih rumit.

2.12.3 Final Layout

Terakhir, tibalah pada pembangunan tata letak yang lengkap. Semua perencanaan terinci terdahulu kurang membantu jika pembangunannya tidak secermat perencanaan yang telah dibuat dengan teliti. Yang paling penting adalah bahwa rekayasawan tata letak sebaiknya menyelia pekerjaan ini agar dapat mencapai hasil maksimum dari proyeknya (Apple, J.M, 1990, Hal 500). Jika tata letak akhir diserahkan kepada arsitek atau kontraktor, rekayasawan tata letak harus mengamati dengan cermat semua perencanaan terdahulu agar yakin bahwa pekerjaannya diwujudkan menjadi bangunan yang tepat. Seringkali, nilai pekerjaan tata letak dapat menjadi tak berarti karena perubahan kecil dalam rincian seperti bangunan, jarak tiang, tinggi langit-langit, orientasi, penyekat ruangan, lokasi jendela, dan pintu, dan saluran pembuangan di lantai.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dimana jenis data yang digunakan yaitu data sekunder, sumber data diperoleh dari observasi di lapangan dan wawancara langsung kepada pegawai pabrik dan kepada Chief Executive Officer (CEO) perusahaan. Batasan dari penelitian ini adalah tidak menghitung terkait pembiayaan perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik dalam IKM yang diteliti.

3.2 Rancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik

1. Metode *Systemtica Layout Planning* (SLP)

1) Peta Proses Operasi

Pada peta ini digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah proses pembuatan pallet meliputi urutan proses operasi ,pemeriksaan.

2) Peta Perakitan

Digunakan tempat pengumpulan part-part atau komponen- komponen yang nantinya akan dirakit, untuk menghasilkan sebuah pallet.

3) Production Routing

Production Routing adalah sebuah lembar kerja yang memaparkan dan menjelaskan secara terperinci tentang operasi kerja dalam pembuatan sebuah produk. Dalam hal ini menjelaskan tentang, nomor operasi kerja, yang terjadi pada produk, lama pengerjaannya serta mesin dan peralatan yang digunakan dalam membuat produk tersebut.

4) Multi Product Process Chart (MPPC)

Merupakan sebuah peta yang menjelaskan pola aliran material dalam perencanaan sebuah tata letak fasilitas yang lebih *efisien*. Umumnya MPPC ini dibuat berdasarkan OPC dan *Production Routing*.

5) Perencanaan Kebutuhan Bahan, Mesin dan Operator

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan besaran dan luas area yang dibutuhkan oleh masing-masing operator. Selain perhitungan juga dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak jumlah bahan dan mesin yang dibutuhkan dalam satu tahapan proses produksi. Berdasarkan hasil

perhitungan ini nantinya akan diperoleh data jumlah bahan yang akan ditumpukan serta jumlah mesin dan operator yang dibutuhkan oleh perusahaan

6) Perencanaan Luas Area Gudang

Perencanaan luas area gudang dilakukan untuk menentukan luas area gudang yang dibutuhkan perusahaan dalam kelancaran proses produksinya, baik itu gudang bahan baku (*storage*) maupun gudang untuk menampung produk jadi (*warehouse*).

7) Perencanaan Sumber Daya Manusia

Sebuah perusahaan memiliki tenaga kerja yang dapat menunjang kelancaran aktivitas produksi baik didalam lingkungan perusahaan maupun diluar lingkungan perusahaan. Perencanaan sumber daya manusia yang baik nantinya akan dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja dari karyawan itu sendiri.

8) Perencanaan Luas Area Lantai Produksi

Lantai produksi di CV. Riau Pallet merupakan tempat dimana produk pallet yang dibuat dan diproses dari bahan baku menjadi produk yang memiliki nilai jual. Perhitungan luas area ini dibuat untuk menentukan kebutuhan luas lantai berdasarkan stasiun kerja dan fasilitas yang ada.

9) Perencanaan Luas Lantai Kegiatan Pelayanan Pabrik

Perencanaan luas lantai dan kegiatan pelayanan merupakan unsur terpenting dalam sebuah pabrik. Diantaranya meliputi kantor, toilet, parkir dan sebagainya, dimana setiap area tersebut membutuhkan *space* masing-masing serta menyesuaikan terhadap kebutuhan pihak perusahaan itu sendiri.

10) Perencanaan Luas Lantai Kegiatan Pelayanan Produksi

Dilakukan perhitungan pada perencanaan luas lantai kegiatan pelayanan produksi ini bertujuan untuk memudahkan dan melancarkan kegiatan pelayanan produksi, karena kegiatan pelayanan produksi sangat berpengaruh pada kelancaran aktivitas produksi.

11) Perencanaan Luas Kantor

Merencanakan luas kantor digunakan untuk melihat aktivitas-

aktivitas kerja yang dilakukan oleh SDM yang ada dalam kantor tersebut dengan fasilitas-fasilitas yang digunakannya, sehingga kantor tersebut bisa mengoptimalkan penggunaan ruang yang ada.

12) Perencanaan Kebutuhan *Material Handling*

Pada perencanaan kebutuhan *material handling* untuk mengidentifikasi dan menghitung kebutuhan dalam kegiatan *material handling*, dan menggunakan *from to chart*. Pada *From to Chart* ini nantinya digunakan untuk menghitung jarak dari setiap kegiatan pada proses produksi.

13) Perencanaan *Activity Relationship Chart* (ARC)

Peta hubungan aktivitas (ARC) adalah suatu teknik yang cukup tepat dan ideal untuk merencanakan hubungan antara setiap kelompok aktivitas yang saling berkaitan. ARC ini digunakan untuk melihat hubungan keterkaitan pada rantai produksi dan ARC yang nantinya digunakan sebagai inputan pada *blocplan*.

14) Perhitungan TCR (*Total Closeness Rating*)

Perhitungan TCR dilakukan dengan menjumlahkan perkalian antara bobot kedekatan sebuah departemen dengan departemen yang lain dan jumlah nilai kedekatan pada departemen tersebut.

15) *Work Sheet* (Lembar Kerja)

Work sheet (lembar kerja) sangat berguna untuk perencanaan dan analisis hubungan aktivitas antar masing-masing departemen. Sebagai hasilnya maka data yang didapat selanjutnya akan dimanfaatkan untuk penentuan letak masing-masing departemen tersebut.

16) Membuat *Blok Template*

Pada *Blok Template* ini, data yang telah dikelompokkan dalam *work sheet* kemudian dimasukkan ke dalam suatu *activity template*.

17) Membuat Alternatif *Activity Relationship Diagram* (ARD)

Setelah *Activity Relationship Chart* dibuat, langkah selanjutnya adalah membuat *Activity Relationship Diagram*. Dalam ARD setiap aktivitas digambarkan dalam bentuk persegi empat yang sama, dimana pada ARD Melihat hubungan derajat kepentingan berdasarkan hasil

rekapitulasi dari block template. Dan merancang berdasarkan hubungan keterkaitan. untuk sementara luas area diabaikan. Pembuatan ARD adalah berdasarkan informasi yang diperoleh di ARC.

BAB IV
BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

3.1 Anggaran Biaya

Honorarium penelitian mengacu pada Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 78 /PMK.02/2019 tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2020 dengan contoh rincian anggaran sebagai berikut :

Tabel 1. Rincian Anggaran Biaya Penelitian

No	Uraian	Satuan	Volume	Besaran	Volume x Besaran
1.	Honorarium				
	a. Honorarium Koordinator Peneliti/Perekayasa	OB	2	800.000	1.600.000
	b. Pembantu Peneliti/Perekayasa	OK	8	100.000	800.000
Subtotal Honorarium					2.400.000
2	Bahan Penelitian				
	a. ATK				
	1) Kertas A4	Rim	4	50.000	200.000
	2) Pena	Kotak	1	50.000	50.000
	3) Tinta	Pcs	10	5.000	50.000
Subtotal Bahan Penelitian					300.000
3.	Pengumpulan Data				
	a. Transport	Ok	5	300.000	1.150.000
	b. Biaya Konsumsi	Ok	20	20.000	400.000
Subtotal biaya pengumpulan data					1.550.000
4.	Pelaporan, Luaran Penelitian				
	a. Foto Copy Proposal dan Laporan, Kuisisioner dsb	OK	800	150	120.000
	b. Jilid Laporan	OK	4	50000	200.000

	c. Luaran Penelitian	OK			
	1) Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi		Con	500000	200.000
	2) Jurnal Nasional Terakreditasi :		Con		
	a) Sinta 6-5		Con		
	b) Sinta 4-3		Con		
	c) Sinta 2-1			1000.000	1000.000
	3) Jurnal Internasional		Con		
	4) Prosiding Nasional		Con		
	5) Prosiding Internasional		Con		
Subtotal biaya Laporan dan Luaran Penelitian					1.520.000
Total					5.770.000

Keterangan :

1. OB = Orang/Bulan
2. OK = Orang/Kegiatan
3. Ok = Orang/kali
4. OR = Orang/Responden
5. Con (Conditional) = Disesuaikan dengan biaya yang ditetapkan oleh penerbit.

3.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di IKM Kampar Bakery yang beralamat di Jalan Agus Salim, Bangkinang Kota, Kampar, Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- A. N. Ningtyas, M. Choiri, and W. Azlia, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode Grafik Dan Craft Untuk Minimasi Ongkos Material Handling," *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 3, pp. 495–504, 2015.
- E. G. Permata, "Perancang Ulang Tata Letak Pabrik dengan Membandingkan Metode Grafik dan Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (Craft) untuk Meminimasi Ongkos Material Handling di PT. Perindustrian dan Perdagangan Bangkinang," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 2, p. 121, 2016, doi: 10.24014/jti.v2i2.5096.
- F. Nurhidayat, "Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Dengan Metode Systematic Layout Planning (SLP) di PT DSS," *Ikra-Ith Teknol.*, vol. 5, no. 80, p. 3, 2021.
- J. M. R. Joko Susetyo, Risma Adelia Simanjutak, "PENDEKATAN GROUP TECHNOLOGY DAN ALGORITMA BLOCPAN UNTUK MEMINIMASI ONGKOS MATERIAL HANDLING Joko Susetyo , Risma Adelina Simanjutak , João Magno Ramos," *J. Teknol.*, vol. 3, no. Juni, pp. 75–83, 2010.
- Hadiguna, R. A., Setiawan, H., & Oktaviana, H.S. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hari Purnomo, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Jakarta: Graha Ilmu, 2004.
- I. N. Kamala, "Analisis Perancangan Tata Letak Gedung Pesantren dengan Menggunakan Pendekatan Systematic Layout Planning (Studi Kasus : Pondok Pesantren Pagelaran 3 Cimeuhmal Subang) Layout Design Analysis of Pesantren Building by Using Systematic Layout Planning Approach fasilitas , perancaan , desain dan susunan fasilitas , peralatan phisik dan manusia yang warna yang unik.
- Kartika, I. M. (2014). *Perancangan Tata Letak Area Produksi dengan Menggunakan Metode ARC pada CV Gading Putih Di Semarang*. CALYPTRA, 3(1), 1-18.
- Pesantren adalah lembaga pendidikan keagamaan yang mempunyai," pp. 1090–1096. Anwar, S. Bakhtiar, and R. Nanda, "Usulan perbaikan tata letak pabrik dengan menggunakan systematic layout planning (SLP) di CV. Arasco Bireuen," *Malikussaleh Ind. Eng. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 4–10, 2015, [Online].
- Purnomo, H. (2004). *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putri, R. E., & Ismanto, W. (2019). *Pengaruh Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas di Area Operasional Kerja Berbasis 5S untuk Pengajuan Modal Usaha*. *Jurnal Dimensi*, 8(1), 7189.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., Tanchoco, J. M. A., & Trevino, J. (1996). *Facilities Planning*.
- John Willey and Sons. Inc. 2nd edition. USA, 36-47.
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*. Surabaya: Guna Widya.

