

**RANCANGAN TATA LETAK LANTAI PRODUKSI
PT. UTAX INDONESIA
DENGAN PENDEKATAAN SIMULASI ALGORITMA CRAFT**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Industri**

Oleh

**RINTO BASUKI
0160311-104**



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2008**

LEMBARAN PENGESAHAN

**RANCANGAN TATA LETAK LANTAI PRODUKSI PT. UTAX
INDONESIA DENGAN PENDEKATAN SIMULASI
ALGORITMA CRAFT**

Oleh

**RINTO BASUKI
0160311-104**

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Mercu Buana Jakarta

Jakarta, September 2008

Menyetujui,
Pembimbing

(Ir. Torik Husein)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri

(Ir. Muhammad Kholil, MT.)

ABSTRAK

RANCANGAN TATA LETAK LANTAI PRODUKSI PT. UTAX INDONESIA DENGAN PENDEKATAAN SIMULASI ALGORITMA CRAFT

Oleh
RINTO BASUKI
0160311-104

Tata letak (*layout*) atau pengaturan fasilitas produksi dan area kerja yang ada adalah suatu masalah yang sering dijumpai dalam dunia industri. Umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik ikut menentukan efisiensi dan menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu perusahaan. Pada dasarnya tujuan utama dalam *design* tata letak pabrik adalah untuk meminimalkan total biaya, salah satunya adalah biaya *material handling*.

Penempatan fasilitas pada lantai produksi akan memberikan pengaruh besar terhadap ongkos perpindahan *material*. Oleh karena itu diperlukan rancangan tata letak fasilitas yang optimal menurut aliran *material* dan Ongkos *Material Handling* (OMH). Fasilitas yang seharusnya berdekatan karena adanya aliran *material*, juga ditempatkan secara berdekatan. Pada lantai produksi PT. Utax Indonesia, belum terdapat aliran *material* yang optimal ditandai dengan adanya aliran *material* yang tidak teratur dan sembarangan juga total ongkos *material handling* per hari yang cukup besar.

Untuk merubah tata letak lantai produksi PT. Utax Indonesia dalam penelitian ini dilakukan 2 metode perhitungan. Metode yang pertama adalah perhitungan manual dimana departemen disusun berdasarkan skala prioritas. Sedangkan metode yang kedua adalah menggunakan algoritma CRAFT yaitu mempertukarkan letak departemen yang mempunyai batasan yang dekat atau memiliki luas yang sama.

Hasil dari penelitian didapatkan 3 alternatif usulan dan yang terpilih adalah usulan alternatif 1 karena memberikan penurunan total OMH terbesar dari tata letak awal dan aliran *material* yang cukup optimal. Masing-masing total OMH dan penurunan ongkosnya dapat dilihat pada tabel berikut:

<i>Layout</i>	Total OMH per hari	Pengurangan ongkos dari tata letak awal
Awal	Rp 5366,15	-
Alternatif 1	Rp 3831,72	28,59 % per hari
Alternatif 2	Rp 4652,90	13,29 % per hari
Alternatif 3	Rp 4218,60	21,38 % per hari

Kata kunci: OMH, skala prioritas, algoritma CRAFT

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“RANCANGAN TATA LETAK LANTAI PRODUKSI PT. UTAX INDONESIA DENGAN PENDEKATAAN SIMULASI ALGORITMA CRAFT”**. Tak lupa syalawat serta salam semoga terlimpah dan tercurah kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW, kepada para keluarganya, sahabatnya serta sampai kepada kita sebagai pengikutnya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu:

1. Orang tua tercinta yang tak henti-hentinya memberikan doa serta dukungan moril dan sprituil yang tak ternilai harganya. Adikku satu-satunya yang selalu memberikan semangat dan dorongan.
2. Bapak Ir. Muhammad Kholil, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Ir. Torik Husen, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan dan semangat baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
5. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa di Jurusan Teknik Industri Mercu Buana Jakarta khususnya angkatan ‘Pejuang TA 2008’, yang banyak memberikan masukan dan dukungan moril maupun materil.
6. Seluruh staff dan karyawan PT. UTAX Indonesia yang selalu bersedia memberikan keterangan dan bantuan yang penulis butuhkan, Mr. Kelvin Ho, Pak Heri, Uni Yanti dan lain-lain.
7. Rekan-rekan di Divisi *Wire* PT. UTAX Indonesia.
8. *Someone who always give me support and always in my heart*, terlalu banyak yang harus diucapkan, dan yang pasti *luv U lah...*

9. Serta pihak-pihak lain yang turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung...!

Semoga Allah SWT memberikan kebaikan dan kemudahan kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, September 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Pembahasan	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Perencanaan Fasilitas	6
2.1.1. Permasalahan Perencanaan Fasilitas.....	8
2.1.2. Arti Penting dan Tujuan Perencanaan Fasilitas.....	12
2.1.3. Proses Perencanaan Fasilitas	16
2.1.4. Perencanaan Fasilitas Sebagai Fungsi Koordinasi	19
2.2. Perencanaan Aliran Material.....	22
2.2.1. Pola-pola Aliran	23
2.2.2. Tipe-tipe Tata Letak.....	24
A. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi (<i>Product Layout</i> atau <i>Production Line Product</i>)	24
B. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Fungsi atau Macam Proses (<i>Process Layout</i>)	25

C. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk (<i>Group Technology Layout</i>)	27
D. <i>Layout</i> yang Berposisi Tetap (<i>Fixed Position Layout</i>)	28
2.3. Peta Proses Operasi (OPC)	29
2.3.1. Kegunaan Peta Proses Operasi	30
2.3.2. Prinsip Pembuatan Peta Proses Operasi	30
2.3.3. Analisa Peta Proses Operasi	31
2.4. Perancangan Tata Letak	32
2.5. Material Handling	34
2.5.1. Tujuan Material Handling	36
2.5.2. Hubungan Antara Penanganan Material dan Tata Letak Pabrik	36
2.5.3. Ongkos Material Handling	38
2.5.4. <i>From To Chart</i>	42
2.5.5. <i>Outflow</i>	42
2.5.6. Skala Prioritas	43
2.6. Ukuran Jarak	43
2.6.1. Jarak <i>Euclidean</i>	44
2.6.2. Jarak <i>Rectilinear</i>	44
2.6.3. <i>Square Euclidean</i>	45
2.6.4. <i>Aisle</i>	46
2.6.5. <i>Adjacency</i>	46
2.7. Tata Letak dengan Bantuan Komputer	47
2.7.1. Algoritma Konstruksi	48
2.7.1.1. CORELAP	48
2.7.1.2. ALDEP	49
2.7.1.3. PLANET	50
2.7.2. Algoritma Perbailan	50
2.7.2.1. COFAD	50
2.7.2.2. CRAFT	51

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahap Formulasi	65
3.1.1. Latar Belakang Masalah	65
3.1.2. Observasi	67
3.1.3. Identifikasi Masalah	67
3.1.4. Tujuan Penelitian	67
3.1.5. Studi Literature	67
3.2. Tahap Penelitian	68
3.2.1. Pengumpulan Data	68
3.2.2. Membuat OPC	68
3.2.3. Menentukan Frekuensi Aliran Material	69
3.2.4. Menentukan Jarak Antar Departemen	69
3.2.5. Ongkos Material Handling	69
3.2.6. Usulan Tata Letak dalam Bentuk AAD	70
A. Perhitungan Manual	70
B. Perhitungan Menggunakan Algoritma CRAFT	70
3.3. Tahap Seleksi	72
3.4. Tahap Analisis	72

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Data Umum Perusahaan	73
4.1.1. Sejarah dan Perkembangan perusahaan	73
4.1.2. Struktur Organisasi	75
4.2. Data Produksi	78
4.3. Pengolahan Data	87
4.3.1. Ongkos <i>Material Handling</i> Tata Letak Awal	87
4.3.2. Tata Letak Usulan Alternatif 1	98
4.3.3. Tata Letak Usulan Alternatif 2	113
4.3.4. Tata Letak Usulan Alternatif 3	132

BAB V HASIL DAN ANALISA

5.1. Hasil Perhitungan	147
5.2. Analisa Perhitungan yang Digunakan	148
5.3. Analisa Tata Letak Awal	149
5.4. Analisa Usulan Alternatif 1	150
5.5. Analisa Usulan Alternatif 2	151
5.6. Analisa Usulan Alternatif 3	152
5.7. Analisa Usulan Alternatif yang Terpilih	153

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	154
6.2. Saran	154

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik	7
Gambar 2.2 Skema perencanaan fasilitas <i>manufacturing</i>	8
Gambar 2.3 Pola aliran umum	24
Gambar 2.4 Peta V-Q	29
Gambar 2.5 Jarak <i>euclidean</i>	44
Gambar 2.6 Jarak <i>rectilinear</i>	45
Gambar 2.7 Jarak untuk <i>aisle</i>	46
Gambar 2.8 <i>Adjacency distance</i>	47
Gambar 2.9 Tata letak awal	56
Gambar 2.10 Matriks elemen	57
Gambar 2.11 Lokasi titik pusat tata letak	58
Gambar 2.12 Tata letak dengan perubahan departemen C dan D	60
Gambar 2.13 Tata letak setelah perubahan departemen A dan C	62
Gambar 2.14 Tata letak setelah perubahan departemen A dan D	63
Gambar 2.15 Tata letak setelah perubahan departemen B dan C	63
Gambar 2.16 Tata letak setelah perubahan departemen B dan C	64
Gambar 2.17 Tata letak perbaikan terakhir	64
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> pemecahan masalah	66
Gambar 3.2 Bagan Algoritma CRAFT	72
Gambar 4.1 Struktur organisasi PT. UTAX Indonesia	77
Gambar 4.2 OPC ZD <i>Wire</i>	78
Gambar 4.3 OPC ZP <i>Wiret</i>	79
Gambar 4.4 Tata letak awal PT. UTAX Indonesia.....	84
Gambar 4.5 AAD awal PT. UTAX Indonesia	86
Gambar 4.6 AAD awal untuk menghitung titik koordinat	91
Gambar 4.7 Tata letak usulan alternatif 1	104
Gambar 4.8 AAD usulan alternatif 1	106
Gambar 4.9 AAD usulan alternatif 1 untuk menghitung jarak	107
Gambar 4.10 Hasil akhir pertukaran 2 departemen usulan alternatif 2	116

Gambar 4.11 Hasil akhir pertukaran 3 departemen usulan alternatif 2	118
Gambar 4.12 Hasil akhir pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen usulan alternatif 2	120
Gambar 4.13 Hasil akhir pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen usulan alternatif 2	122
Gambar 4.14 Tata letak usulan alternatif 2	123
Gambar 4.15 AAD usulan alternatif 2	125
Gambar 4.16 Gambar dasar perhitungan titik koordinat usulan alternatif 2 ...	126
Gambar 4.17 <i>Layout</i> akhir pertukaran 2 departemen usulan alternatif 3	133
Gambar 4.18 <i>Layout</i> akhir pertukaran 3 departemen usulan alternatif 3	135
Gambar 4.19 <i>Layout</i> akhir pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen usulan alternatif 3	137
Gambar 4.20 Tata letak usulan alternatif 3	138
Gambar 4.21 AAD usulan alternatif 3	140
Gambar 4.22 AAD untuk menghitung jarak antar departemen usulan alternatif 3	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>From to chart</i> untuk data aliran	58
Tabel 2.2 Data Aliran awal	59
Tabel 2.3 Total biaya	59
Tabel 2.4 Data aliran setelah perubahan departemen C dan D	61
Tabel 2.5 Matrik total biaya setelah terjadi perubahan departemen C dan D .	61
Tabel 2.6 Peta jarak setelah perubahan departemen A dan C	62
Tabel 2.7 Matrik total biaya setela terjadi perubahan departemen A dan C ...	62
Tabel 4.1 Mesin/fasilitas yang digunakan untuk memproduksi 4 produk	80
Tabel 4.2 Mesin/fasilitas lain yang ada di lantai produksi	81
Tabel 4.3 Ukuran semua mesin/fasilitas yang ada di lantai produksi	81
Tabel 4.4 Frekuensi aliran <i>material</i> untuk tata letak awal	90
Tabel 4.5 Titik koordinat masing-masing departemen tata letak awal	92
Tabel 4.6 Jarak antar departemen tata letak awal	95
Tabel 4.7 Total ongkos <i>material handling</i> awal	96
Tabel 4.8 <i>From to chart</i> usulan alternatif 1	99
Tabel 4.9 <i>Outflow</i> usulan alternatif 1	102
Tabel 4.10 Tabel skala prioritas usulan alternatif 1	103
Tabel 4.11 Titik koordinat tata letak usulan alternatif 1	108
Tabel 4.12 Jarak antar departemen usulan alternatif 1	111
Tabel 4.13 Total ongkos <i>material handling</i> usulan alternatif 1	112
Tabel 4.14 Iterasi penataletakan pertukaran 2 departemen usulan alternatif 2	115
Tabel 4.15 Iterasi penataletakan pertukaran 3 departemen usulan alternatif 2	117
Tabel 4.16 Iterasi pertukaran 2 departemen kemudian 3 departemen usulan alternatif 2	119
Tabel 4.17 Iterasi pertukaran 3 departemen kemudian 2 departemen usulan alternatif 2	121
Tabel 4.18 Titik koordinat usulan alternatif 2	127

Tabel 4.19 Jarak antar departemen usulan alternatif 2	130
Tabel 4.20 Total ongkos <i>material handling</i> usulan alternatif 2	131
Tabel 4.21 Iterasi pertukaran 2 departemen usulan alternatif 3	132
Tabel 4.22 Iterasi pertukaran 3 departemen usulan alternatif 3	134
Tabel 4.23 Iterasi pertukaran 3 departemen di ikuti 2 departemen usulan alternatif 3	136
Tabel 4.24 Titik koordinat masing-masing departemen usulan alternatif 3	142
Tabel 4.25 Jarak antar departemen usulan alternatif 3	145
Tabel 4.26 Total ongkos <i>material handling</i> usulan alternatif 3	146

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Surat keterangan penelitian	155
Lampiran B	Berita wawancara	156
Lampiran C	Iterasi usulan alternatif 2	157
Lampiran D	Iterasi usulan alternatif 3	177
Lampiran E	Iterasi usulan alternatif 5	184
Lampiran F	Berita acara bimbingan TA	189

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat besar dampaknya terhadap setiap kegiatan yang dilakukan oleh dunia industri. Salah satu dampak yang dirasakan adalah masalah tata letak fasilitas terutama dalam menghadapi segala perubahan yang mungkin terjadi, misalnya perencanaan masa datang yang harus dikembangkan, peralatan baru yang harus dipadukan, dan tugas-tugas lain yang berkaitan. Tata letak fasilitas yang baik dan sesuai dengan keadaan perusahaan merupakan salah satu faktor utama untuk mengoptimalkan waktu dan biaya produksi.

Perencanaan fasilitas mempunyai pengaruh yang sangat besar dalam proses operasi perusahaan. Masalah utama dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan/proses produksi adalah Bergeraknya *material* dari satu departemen ke departemen lain, sampai *material* tersebut menjadi barang jadi. Hal ini terlihat sejak *material* diambil dari gudang bahan baku dan dibawa ke beberapa departemen di bagian produksi untuk diproses sampai akhirnya dibawa ke gudang barang jadi.

PT. Utax Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi kawat Bra (*Bra Wire*). Beberapa jenis produk tersebut adalah *ZD Wire* dan *ZP Wire*. Produk *Bra Wire* ini di produksi setiap hari dan dalam jumlah yang tidak sedikit, tergantung banyaknya order (*Make to Order*).

Proses pembuatan *Bra Wire* baik *ZD Wire* dan *ZP Wire* mengalami 6 buah proses, yaitu proses pemasangan kawat, proses pembentuksn, proses pemanasan (*temparo*), proses pemotongan (*cutting*), proses penippingan, proses pemeriksaan barang jadi. Pada bagian proses produksi ini terjadi perpindahan *material* dimulai dari mengambil *material* dari gudang bahan baku, kemudian di proses

pada proses pertama yaitu proses pemasangan kawat dan berpindah pada proses berikutnya sampai proses ke-6 dan terakhir dipindahkan ke area barang jadi.

Melalui pengamatan awal yang dilakukan di lantai produksi PT. Utax Indonesia dan berdasarkan pendapat para operator yang bekerja pada pabrik tersebut, diketahui bahwa tata letak pabrik yang ada sekarang belum optimal. Hal ini dapat dilihat dari penempatan mesin yang kurang baik sehingga mengakibatkan aliran barang tidak optimal dan jarak tempuh yang panjang. Penggunaan ruangan di lantai produksi PT. Utax Indonesia belum teratur, karena jarak antar departemen yang satu dengan yang lain ada yang terlalu longgar, dan ada juga yang terlalu sempit sehingga mengurangi keleluasaan gerak para pekerja.

Susunan *layout* seperti itu kurang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan aktivitas proses produksi. Pada lantai produksi PT. Utax Indonesia ini sering terjadi perpindahan *material* antar departemen yang letaknya berjauhan. Ini tentu saja berdampak pada biaya *material handling*. Karena semakin besar jarak antar departemen maka ongkos perpindahan *material* akan semakin tinggi.

1.2. Identifikasi Masalah

Pengaturan tata letak mesin dan sarana penunjang pada lantai produksi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan efektivitas kerja, baik itu kerja operator maupun lintas produksi atau aliran *material*. Dengan melakukan evaluasi terhadap fasilitas produksi maka akan diperoleh alternatif susunan mesin-mesin yang digunakan berdasarkan pola aliran *material*, sehingga dapat menghasilkan tata letak yang sesuai dengan keadaan perusahaan. Ini diharapkan akan memberikan waktu dan ongkos pemindahan bahan yang sekecil-kecilnya dengan aliran *material* yang optimal.

Penempatan fasilitas pada lantai produksi akan memberikan pengaruh besar terhadap ongkos perpindahan *material*. Oleh karena itu diperlukan rancangan tata letak fasilitas yang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan proses produksi, yaitu susunan tata letak fasilitas menurut aliran *material*.

Jadi fasilitas yang seharusnya berdekatan karena adanya aliran *material*, juga ditempatkan secara berdekatan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu “Bagaimana tata letak lantai produksi yang optimal untuk diterapkan di PT. Utax Indonesia?”

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah diuraikan di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul:

“Rancangan Tata Letak Lantai Produksi PT. UTAX Indonesia dengan Pendekatan Simulasi Algoritma CRAFT.”

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk membuat perbaikan tata letak fasilitas atau rancangan ulang tata letak (*re-layout*) lantai produksi PT. UTAX Indonesia untuk mengoptimalkan aliran *material* dengan kriteria minimasi ongkos *material handling*.

1.4. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari pokok permasalahan dan lebih terarah sesuai dengan tujuan penelitian, maka pembatasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di lantai produksi PT. Utax Indonesia.
2. Rancangan yang diusulkan hanya sebatas pada AAD (*Area Allocation Diagram*).
3. Penentuan *re-layout* tata letak mesin menggunakan 2 cara perhitungan yaitu perhitungan manual dan perhitungan menggunakan algoritma CRAFT dengan bantuan *software Win QSB Modul Facility Location and Layout*.
4. Penelitian dibatasi sampai pada tahap usulan saja, karena adanya keterbatasan waktu dan biaya untuk melakukan tahap implementasi.
5. Biaya perubahan tata letak fasilitas diluar penelitian ini.

1.5. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada prinsip-prinsip yang terdapat di dalam perencanaan pabrik dan sistem produksi terutama mengenai perencanaan tata letak fasilitas.

Dalam melakukan penelitian ini, agar diperoleh data yang cukup dan akurat penulis menggunakan metoda sebagai berikut:

1. Teknik wawancara

Dengan mengadakan tanya jawab langsung pada pihak-pihak yang berwenang di perusahaan yang bersangkutan.

2. Teknik observasi langsung

Merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan penelitian langsung terhadap objek yang akan diteliti di lapangan terutama pada bagian produksi agar diperoleh data yang dibutuhkan.

3. Studi literatur

Merupakan teknik pengumpulan data dengan melakukan perbandingan dari referensi yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dipecahkan terhadap data yang telah ada serta mencari solusi pemecahannya.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan penulis untuk menyusun laporan ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Bab 1 berisi penjelasan tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah dan asumsi, sistematika pembahasan dan sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka yang berisikan hasil penelitian sebelumnya yang sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas dan teori-teori serta model yang digunakan untuk pemecahan masalah.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang metodologi penelitian dan langkah-langkah pemecahan masalah yang diperjelas dengan *flowchart*.

Bab 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab 4 ini merupakan pelaksanaan penelitian. Pada bab ini akan diuraikan hasil pengumpulan data yang kemudian data tersebut diolah sehingga didapatkan hasil berdasarkan pengolahan. Hasil itu akan dianalisis sehingga memberikan makna atau mempunyai arti. Analisis dilakukan sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah pada Bab 3.

Bab 5 Hasil dan Analisa

Berisi tentang pembahasan serta analisis terhadap hasil pengolahan data yang didapat dengan hasil yang ingin dicapai.

Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan dari pengolahan data yang telah dianalisis yang disertai dengan saran

BAB II

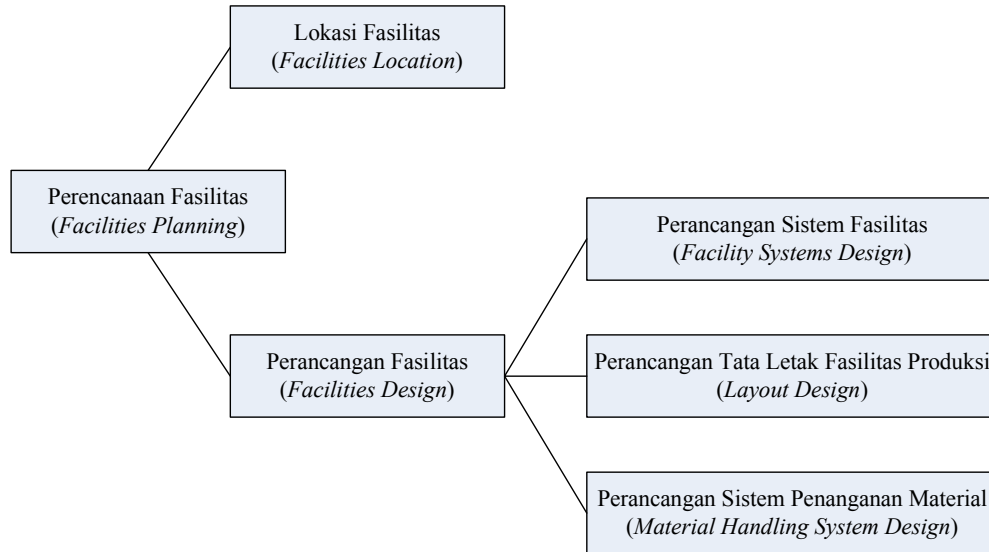
LANDASAN TEORI

2.1. Perencanaan Fasilitas

Selama beberapa tahun belakangan ini, perencanaan fasilitas menjadi topik yang hangat dan menjadi salah satu bahasan di media penerbitan, seminar-seminar maupun dalam penelitian-penelitian. Subjek perencanaan fasilitas sangat kompleks dan luas dan banyak digunakan oleh orang yang bergerak/berprofesi insinyur baik dari teknik sipil, elektro, industri maupun mesin. Begitu juga arsitek, konsultan, kontraktor, pengembang perumahan, manajer, perencana perkotaan, menjadikan perencanaan fasilitas sebagai salah satu faktor utama dalam aktivitas pekerjaannya.

Pengertian perencanaan fasilitas dapat dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan fisik dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. Aplikasi perencanaan fasilitas dapat ditemukan pada perencanaan *layout* sekolah, rumah sakit, bagian perakitan suatu pabrik, gudang, ruang bagasi di pelabuhan udara, kantor-kantor, toko-toko dan sebagainya.

Perencanaan fasilitas merupakan rancangan dari fasilitas-fasilitas industri yang akan didirikan atau dibangun. Di dunia industri, perencanaan fasilitas dimaksudkan sebagai rencana dalam penanganan *material (material handling)* dan untuk menentukan peralatan dalam proses produksi, juga digunakan dalam perencanaan fasilitas secara keseluruhan. Ada dua hal pokok dalam perencanaan fasilitas yaitu, berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan struktur pabrik, perancangan tata letak fasilitas dan perancangan sistem penanganan *material*. Secara skematis perencanaan fasilitas pabrik (*Tompkins, J., A., et al, hal 3*) dapat digambarkan sebagai berikut:

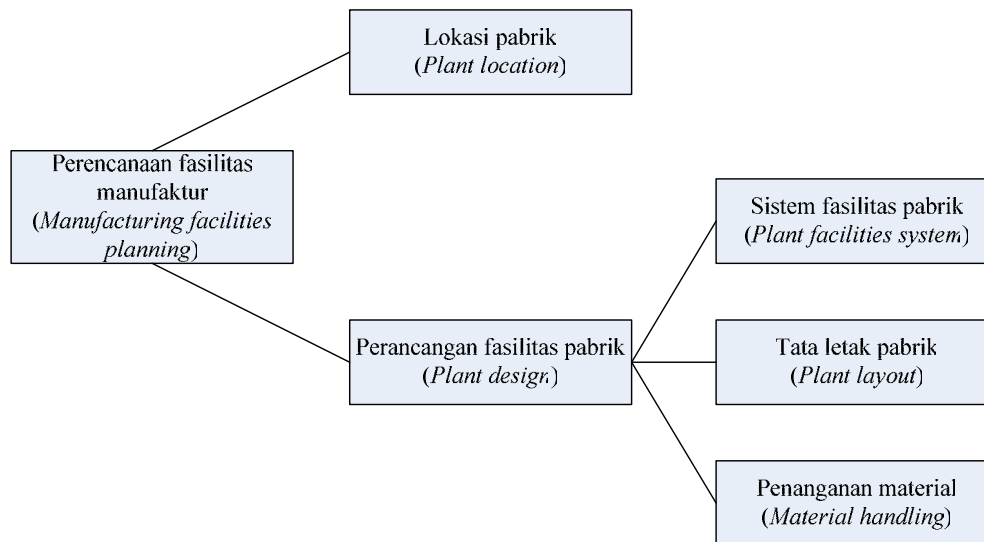


Gambar 2.1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik

Tujuan perancangan fasilitas, yaitu untuk memenuhi kapasitas produksi dan kebutuhan kualitas dengan cara yang paling ekonomis melalui pengaturan dan koordinasi yang efektif dari fasilitas fisik. Perancangan fasilitas akan menentukan bagaimana aktivitas-aktivitas dari fasilitas-fasilitas produksi dapat diatur sedemikian rupa sehingga mampu menunjang upaya pencapaian tujuan pokok secara efektif dan efisien. Komponen dari perancangan fasilitas adalah perancangan sistem fasilitas (*facility system design*), perancangan tata letak (*layout design*) dan perancangan sistem penanganan *material (material handling system design)*.

Aspek yang perlu diperhitungkan secara matang dalam perancangan tata letak antara lain meliputi peralatan-peralatan yang akan digunakan, mesin-mesin dan semua perabotan perusahaan. Sedangkan dalam perancangan sistem *material handling* meliputi mekanisme yang dibutuhkan agar interaksi antara fasilitas yang ada seperti *material*, personal, informasi dan peralatan untuk mendukung produksi berjalan sempurna.

Untuk lebih jelas, di bawah ini disajikan skema dari perencanaan fasilitas *manufacturing* (Tompkins, J., A., et al, hal 4):



Gambar 2.2 Skema perencanaan fasilitas *manufacturing*

2.1.1. Permasalahan Perencanaan Fasilitas

Selama ini yang berkembang di masyarakat tentang permasalahan perencanaan fasilitas adalah bahwa semua rancang fasilitas atau proyek tata letak dilakukan untuk fasilitas baru. Sesungguhnya hal tersebut tidak seluruhnya benar. Dalam kenyataannya, rancang fasilitas merupakan kegiatan tata letak ulang dari suatu proses yang telah ada atau perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan tertentu. Defenisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi. Efisiensi produksi merupakan konsep yang terlalu umum dan diperlukan tujuan yang lebih spesifik.

Permasalahan tata letak terutama sekali menyangkut minimasi dari biaya *material handling* (penanganan *material*), meminimumkan investasi peralatan, memanfaatkan area yang ada, pendayagunaan pemakaian mesin, dan sebagainya. Ada beberapa macam permasalahan yang sering terjadi dalam perencanaan fasilitas. Masalah ini sangat erat kaitannya dengan berbagai faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal.

Faktor-faktor yang banyak mempengaruhi tersebut antara lain permintaan pasar yang sulit diprediksi, selera terhadap produk yang berubah-ubah, penggantian peralatan produksi, strategi dalam persaingan bisnis yang akan dijalankan, permodalan, dan sebagainya.

Pada dasarnya permasalahan yang dihadapi manajemen dalam perencanaan fasilitas antara lain sebagai berikut:

1. Perubahan rancangan

Kenyataan yang terjadi di lapangan menunjukkan bahwa permintaan pasar seringkali berubah-ubah dalam periode waktu yang relatif pendek. Perubahan pasar ini menyangkut volume dari produk yang sudah ada maupun perubahan yang menyangkut karakteristik suatu produk. Perubahan karakteristik suatu produk tentu saja akan merubah rancangan produk yang sudah ada. Adanya perubahan rancangan produk maka rancangan proses atau operasi yang diperlukan akan berubah pula. Perubahan ini bisa hanya berupa penggantian sebagian kecil fasilitas yang telah ada, atau jika rancangan produk banyak mengalami perubahan sehingga merubah sistem produksi yang sudah ada, tidak tertutup kemungkinan untuk melakukan perencanaan fasilitas ulang.

2. Penambahan produk baru

Suatu persoalan baru bisa timbul jika suatu perusahaan akan menambah produk baru di samping masih tetap memproduksi produk yang sudah ada. Jika produk baru tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda sama sekali dengan produk yang sudah ada maka seringkali harus dilakukan penambahan atau penggantian peralatan/mesin disana-sini. Dengan penambahan atau penggantian peralatan/mesin dan mungkin sistem produksinya maka juga diperlukan *relayout* atau penyusunan ulang dari tata letak atau mungkin memerlukan penyiapan departemen baru atau seksi baru, atau bahkan pabrik baru.

3. Perluasan departemen

Jika suatu perusahaan melakukan penambahan volume produksi untuk produk yang serupa dengan produk yang dikerjakan selama ini, ada beberapa kemungkinan tentang adanya perubahan pada tata letak.

Perubahan mungkin hanya dengan penambahan sejumlah mesin dengan memperluas/membuat ruangan baru pada suatu departemen. Tetapi ada kalanya jika penambahan produksi menuntut perubahan proses maka tidak tertutup kemungkinan diperlukannya perubahan seluruh tata letak. Misalnya pada suatu perusahaan pakaian jadi selama ini terdapat peralatan yaitu mesin jahit dalam jumlah ratusan, karena dilakukan penambahan volume produksi maka harus dilakukan penambahan peralatan, sedangkan ruangan yang ada tidak mencukupi maka perlu dilakukan perluasan departemen.

4. Pengurangan departemen

Penurunan volume produksi dalam suatu perusahaan perlu untuk dilakukan penelitian yang seksama, apakah penurunan tersebut disebabkan oleh permintaan pasar yang cenderung menurun atau sebab-sebab lain. Jika penurunan tingkat produksi disebabkan oleh permintaan pasar yang cenderung menurun, dan penurunannya bersifat tetap pada titik tertentu maka yang perlu dipertimbangkan oleh manajemen adalah melakukan pengurangan peralatan atau pengurangan departemen yang ada.

5. Memindahkan satu departemen

Pemindahan suatu departemen harus dilakukan dengan kajian yang mendalam, karena memindahkan suatu departemen dapat menimbulkan masalah tata letak yang besar dan ongkos yang cukup besar. Salah satu alasan untuk memindahkan suatu departemen adalah jika tata letak departemen memang kurang memenuhi kriteria perancangan tata letak fasilitas. Misalnya perencanaan fasilitas yang ada tidak memenuhi konsep aliran *material*, sehingga efektivitas kerja dari sumber daya manusia tidak optimal.

6. Penambahan departemen baru

Salah satu sebab dilakukannya penambahan suatu departemen baru adalah adanya pekerjaan yang belum pernah ada selama ini. Adanya pekerjaan baru ini bisa terjadi karena manajemen perusahaan memutuskan untuk membuat suatu komponen sendiri yang sebelumnya dibeli dari perusahaan lain dengan pertimbangan biaya yang lebih murah.

Selain itu persoalan penambahan departemen baru ini juga dapat timbul karena perusahaan akan memusatkan suatu pekerjaan yang sebelumnya merupakan bagian pekerjaan dari beberapa departemen. Misalnya pekerjaan mesin potong dari seluruh departemen digabung ke dalam satu departemen.

7. Peremajaan peralatan/mesin yang rusak

Depresiasi peralatan/mesin merupakan konsekuensi dari penggunaan peralatan. Dalam periode waktu tertentu depresiasi akan mencapai suatu titik dimana peralatan tersebut sudah tidak produktif lagi bahkan sudah tidak dapat dipergunakan lagi. Untuk mengetahui tingkat produktivitas dari peralatan tersebut maka manajemen harus selalu memantau perkembangan kelayakan dari peralatan atau mesin produksinya. Jika peralatan dinilai sudah tidak dapat memberikan kontribusi bagi produktivitas perusahaan maka perlu dipertimbangkan untuk melakukan peremajaan peralatan tersebut. Apabila peremajaan peralatan menggunakan jenis yang sama, maka persoalan tata letak tidak begitu bermasalah, dalam hal ini hanya diperlukan pembongkaran dan pemasangan ulang. Yang menjadi persoalan adalah bahwa dalam peremajaan peralatan ini seringkali mengharuskan digunakannya jenis peralatan yang berbeda dari sebelumnya, dengan pertimbangan peralatan yang digunakan harus lebih produktif. Perbedaan dapat dilihat dari bentuk ukuran dan kapasitas produksi peralatan tersebut. dalam persoalan ini tidak menutup kemungkinan dilakukan penataan ulang.

8. Perubahan metode produksi

Seringkali dalam rangka efisiensi perusahaan, dilakukan perubahan metode produksi. Betapapun kecilnya perubahan metode produksi ini, akan berpengaruh bagi perencanaan fasilitas secara keseluruhan.

9. Perencanaan fasilitas baru

Perencanaan fasilitas baru biasanya dilakukan oleh suatu perusahaan ketika perusahaan tersebut akan membuka cabang baru pada lokasi yang berbeda dengan perusahaan lamanya. Perencanaan fasilitas baru dilakukan dengan pertimbangan untuk memperluas jaringan perusahaan dan terkait dengan proses distribusi barang yang lebih optimal.

Proses perencanaan fasilitas baru hampir sama dengan proses pendirian pabrik baru, seperti penggunaan prinsip-prinsip dalam penentuan lokasi, perancangan tata letak, pengadaan peralatan dan proses lainnya dalam pendirian pabrik.

10. Biaya

Masalah utama dalam perencanaan fasilitas adalah mengenai biaya. Seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan akan sangat tergantung dari kemampuan mengatasi masalah-masalah di atas.

2.1.2. Arti Penting dan Tujuan Perencanaan Fasilitas

Perencanaan fasilitas mempunyai pengaruh yang sangat besar dalam proses operasi perusahaan. Pengaruh yang paling besar adalah pada sistem dan peralatan *material handling*.

Pada proses produksi suatu industri manufaktur, untuk mengubah bahan baku menjadi barang jadi, akan memerlukan aktivitas perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya. Aktivitas perpindahan meliputi perpindahan bahan, personal/pekerja, ataupun peralatan/mesin produksi, dalam hal ini perpindahan yang paling sering dilakukan adalah perpindahan bahan. Biaya proses pemindahan bahan ini pada beberapa kasus bisa mencapai 70 % dari total biaya produksi. Diperkirakan antara 15 % sampai dengan 70 % dari total biaya operasi dalam proses produksi digunakan untuk kegiatan *material handling*. Untuk mengurangi biaya *material handling* tersebut peranan perencanaan fasilitas sangat besar artinya. Dengan perencanaan fasilitas yang efektif dapat mengurangi biaya sekitar 10 % sampai 30 %.

Perencanaan fasilitas sangat berarti pula dalam manajemen fasilitas. Jika suatu organisasi secara kontinyu memperbaiki operasi produksinya ke arah yang lebih efektif dan efisien, maka harus selalu mengadakan *relayout* dan menyusun kegiatan yang sedang berjalan. Karena fakta menunjukkan bahwa perubahan yang sangat cepat di bidang teknologi produksi dan peralatan, memaksa manajemen untuk selalu mengadakan reevaluasi dan pengenalan terhadap sistem, personal dan peralatan yang ada.

Mesin-mesin baru yang lebih menjamin peningkatan produktivitas dan proses penanganannya, mau tidak mau membuat mesin dan metode yang sudah ada menjadi usang. Untuk itu diperlukan perencanaan ulang fasilitas dengan melakukan pengurangan atau mengeliminir kegiatan-kegiatan dan peralatan-peralatan yang tidak perlu yang sudah tidak efektif lagi.

Perencanaan fasilitas juga sangat berpengaruh terhadap moral kerja para karyawan. Salah satu pendorong atau motif kerja karyawan adalah mendapatkan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja. Banyak yang menyuarakan tentang pentingnya kesehatan dan keselamatan kerja ini, salah satunya adalah *the Occupational Safety and Health Act* yang menuntut dibuatnya undang-undang yang memberi jaminan kepada setiap pekerja laki-laki maupun perempuan pada kondisi kerja yang aman dan sehat. Dalam hal ini perencanaan fasilitas mempunyai peranan yang sangat berarti dalam menjamin keselamatan dan kesehatan kerja karyawan dengan menempatkan peralatan dan juga proses kerja yang berbahaya bagi para karyawan pada area dimana kontak dengan karyawan diminimalkan.

Pada dasarnya perencanaan fasilitas mempunyai beberapa tujuan antara lain sebagai berikut:

1. Mendukung visi organisasi melalui perbaikan penanganan bahan dan juga pengawasan bahan.

Dalam setiap proses produksi tidak bisa dihindari adanya gerakan perpindahan bahan dari satu proses ke proses lain, dan ini memerlukan penanganan yang baik agar diperoleh jarak perpindahan yang minimal. Jarak minimal dapat diperoleh dengan menempatkan suatu operasi produksi sedekat mungkin dengan operasi sebelumnya. Atau mendekatkan jarak departemen-departemen yang mempunyai keterkaitan tinggi.

2. Perencanaan fasilitas dapat memanfaatkan pekerja, peralatan, ruangan dan energi seefektif mungkin.

Susunan mesin yang tepat, departemen yang ditata dengan baik mempermudah dalam penanganan manusia dan peralatan/mesin.

Tata letak dengan karakter jarak antar mesin dan departemen yang minimum, akan menghemat pemakaian ruangan bangunan.

3. Perencanaan fasilitas meminimalkan modal yang dikeluarkan untuk investasi. Dengan berdasarkan studi kelayakan yang dilakukan, baik mengenai lokasi pabrik, peralatan/mesin yang digunakan, sumber daya manusia yang dibutuhkan, bangunan yang akan didirikan dan sebagainya, perencanaan fasilitas akan memberikan kalkulasi biaya yang minimal.
4. Adanya perencanaan fasilitas akan memberikan kemudahan dalam pemeliharaan.

Pengenalan terhadap sistem, peralatan dan mesin-mesin yang baru dilakukan untuk mempermudah orang-orang yang terlibat di dalamnya memahami sistem dan prosedur serta pemeliharaannya dari teknologi yang akan digunakan.

5. Perencanaan fasilitas akan menjamin keselamatan dan kenyamanan setiap pekerja.

Suatu tata letak dapat dikatakan baik apabila dapat menjamin pekerja jauh dari bahaya atau jauh dari kecelakaan kerja. Perencanaan fasilitas yang baik juga harus dapat memberikan rasa puas bagi pekerja. Kepuasan kerja mempunyai arti yang sangat besar, karena dapat membangkitkan moral pekerja untuk bekerja lebih produktif.

Beberapa tujuan atau manfaat dari adanya perencanaan fasilitas, khususnya mengenai perancangan tata letak fasilitas adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi investasi peralatan.

Perancangan tata letak akan memberi manfaat untuk menurunkan investasi dalam peralatan. Penyusunan mesin-mesin dan fasilitas pabrik, dan departemen yang tepat, serta pemilihan metode yang cermat, sedikit banyak akan dapat membantu menurunkan jumlah peralatan yang diperlukan. Sebagai contoh adalah bila dua atau lebih komponen berbeda, dalam proses pembuatannya memerlukan mesin yang sama, maka sebaiknya proses pembuatan tersebut dapat dilewatkan pada mesin yang sama.

2. Penggunaan ruang lebih efektif.

Manfaat lain dari perncangan tata letak adalah penggunaan ruang yang lebih efektif. Penggunaan ruang akan efektif jika mesin-mesin atau fasilitas pabrik lainnya disusun atau diatur sedemikian rupa sehingga jarak antar mesin-mesin atau fasilitas pabrik tersebut dapat seminimal mungkin tanpa mengurangi keleluasaan gerak para pekerja. Dengan jarak minimal maka akan menghemat area yang digunakan. Penghematan area berarti juga penghematan biaya, karena setiap meter persegi luas lantai akan memberi beban biaya.

3. Menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik.

Adanya perancangan tata letak yang baik akan menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik. Suatu proses produksi dapat dikatakan lancar jika bahan melewati proses dengan waktu sesingkat mungkin. Hal ini dapat terjadi jika suatu proses produksi dapat terhindar dari adanya penumpukan barang setengah jadi. Suatu aliran produksi sedapat mungkin melalui proses dimana penyimpanan barang setengah jadi diturunkan mendekati titik nol.

4. Menjaga fleksibilitas susunan mesin dan peralatan.

Ada kalanya suatu pabrik melakukan perbaikan atau penambahan fasilitas atau bangunan baru. Untuk itu perancangan tata letak harus dapat menjamin atau menjaga fleksibilitas dari susunan mesin-mesin atau fasilitas-fasilitas pabrik dari kemungkinan tersebut. perbaikan atau penambahan fasilitas atau bangunan baru tidak serta merta akan mengubah atau mengganti seluruh susunan yang telah ada.

5. Memberi kemudahan, keamanan dan kenyamanan bagi karyawan.

Untuk maemberi kemudahan, keamanan dan kenyamanan bagi para karyawan, maka yang perlu diperhatikan dalam proses perancangan tata letak adalah bagaimana mengatur lingkungan kerja seperti pencahayaan atau penerangan, sirkulasi udara, temperatur, pembuangan limbah dan sebagainya. Penempatan mesin-mesin dan peralatan lainnya harus dilakukan dengan memperhatikan keselamatan dari para karyawan.

6. Meminimumkan *material handling*.

Perancangan tata letak tidak dapat dipisahkan dengan masalah penanganan bahan. Setiap proses produksi tidak bisa dihindari adanya gerakan perpindahan bahan. Gerakan perpindahan bahan ini akan memberikan beban biaya yang tidak sedikit. Lebih-lebih jika proses pergerakan perpindahan bahan ini tidak menganut asas efektivitas, misalkan suatu proses operasi yang satu dengan yang lain yang berurutan jaraknya relatif jauh. Hal ini akan membutuhkan waktu tambahan sehingga total waktu pengerjaan suatu produk akan menjadi lebih lama. Demikian pula biaya dalam perpindahan *material* ini juga akan semakin besar.

7. Memperlancar proses produksi.

Proses manufaktur akan menjadi lebih mudah jika telah dilakukan perancangan tata letak. Dengan menggunakan beberapa metode atau tipe-tipe tata letak yang sesuai, proses produksi akan berjalan sesuai dengan aliran proses yang telah digariskan.

8. Meningkatkan efektivitas penggunaan tenaga kerja.

Tata letak yang ada pada pabrik sangat besar pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja. Departemen yang disusun berdasarkan aliran produksi yang tepat, dengan peralatan pemindah bahan yang lebih modern seperti *conveyor, crane, hoist*, dan peralatan modern lainnya akan mengurangi waktu dan tenaga yang digunakan para pekerja dalam melakukan pergerakan. Efektivitas pemakaian tenaga kerja dengan sendirinya akan lebih meningkat.

2.1.3. Proses Perencanaan Fasilitas

Proses perencanaan fasilitas merupakan aktivitas yang membutuhkan kecermatan dalam menganalisis permasalahan yang ada, data-data yang diperlukan, pengambilan keputusan tentang rancangan yang dibuat, dan ketelitian dalam mengevaluasi beberapa alternatif rancangan.

Tahap-tahap dalam perencanaan fasilitas secara tradisional dikemukakan sebagai berikut (*Tompkins, J., A., et al.*):

1. Definisikan masalah (*Define the problem*).
2. Lakukan analisis terhadap masalah tersebut (*Analyze the problem*).
3. Buat beberapa alternatif rancangan (*Generate alternative design*)
4. Lakukan evaluasi terhadap alternatif yang dikemukakan (*Evaluates the alternatives*).
5. Pilih rancangan terbaik (*Select the preferred design*).
6. Implementasikan rancangan tersebut (*Implement the design*).

Sedangkan penggunaan perencanaan fasilitas dalam perancangan teknik, khususnya pada proses manufaktur dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Mendefinisikan tentang tujuan dari fasilitas.
Pada tahap ini ditentukan produk apa yang dibuat, bagaimana produk tersebut dibuat, apakah dengan menggunakan perencanaan fasilitas yang baru atau mengembangkan yang sudah ada. Diidentifikasi pula volume dan tingkat aktivitas, jika mungkin.
2. Menentukan aktivitas utama dan aktivitas penunjang yang dibutuhkan dalam proses manufaktur.
Termasuk di dalam hal ini adalah penentuan pengoperasian, peralatan, personil, dan aliran bahan. Yang dimaksud dengan aktivitas penunjang adalah kegiatan-kegiatan yang menunjang aktivitas utama sehingga akan membantu kelancaran proses kerja. Contoh aktivitas penunjang adalah fungsi pemeliharaan sebagai pendukung proses manufaktur.
3. Menentukan hubungan diantara aktivitas yang ada.
Jika suatu departemen dengan departemen lainnya mempunyai kaitan yang sangat erat, keduanya didekatkan agar aliran operasi akan lebih efisien.

4. Menentukan kebutuhan ruangan diantara aktivitas-aktivitas pada proses manufaktur.

Seluruh kebutuhan peralatan, bahan dan tenaga kerja harus diperhitungkan dengan cermat. Hal ini terkait dengan perencanaan kebutuhan ruang yang digunakan masing-masing aktivitas.

5. Buat beberapa alternatif perencanaan.

Termasuk disini adalah alternatif lokasi fasilitas dan alternatif perancangan fasilitas. Alternatif perancangan fasilitas meliputi alternatif perancangan tata letak (*layout*), perancangan sistem fasilitas dan perancangan sistem penanganan bahan.

6. Lakukan evaluasi terhadap alternatif perencanaan, dengan memberi ranking terhadap alternatif perencanaan yang ada.

Masing-masing perencanaan ditentukan faktor-faktor subjektifnya dan dilakukan evaluasi jika dan bagaimana faktor-faktor tersebut mempunyai pengaruh terhadap fasilitas atau operasi.

7. Dari hasil evaluasi pilih perencanaan fasilitas.

Permasalahannya adalah untuk menentukan rencana jika ada yang sesuai dengan sasaran dan tujuan organisasi. Seringkali biaya bukan satu-satunya pertimbangan utama ketika mengevaluasi rencana fasilitas. Informasi yang disampaikan pada langkah 6 dipergunakan sebagai dasar seleksi akhir dari suatu rencana.

8. Implementasikan rencana fasilitas yang dipilih.

Implementasi merupakan realisasi dari langkah-langkah sebelumnya.

9. Pembiayaan dan adaptasi rencana fasilitas.

Keseluruhan dari rencana fasilitas harus dimodifikasi secara serasi. Rencana fasilitas merupakan refleksi dari penghematan energi atau perbaikan dari peralatan penanganan bahan menjadi lebih berguna.

10. Defenisikan kembali tujuan dari fasilitas.

Perlu kiranya untuk mengidentifikasi kembali proses produksi dari produk atau jasa.

2.1.4. Perencanaan Fasilitas Sebagai Fungsi Koordinasi

Agar tujuan dari perencanaan fasilitas dapat direalisasikan, maka perlu sekali mempertimbangkan beberapa hal berikut ini.

1. Data dasar.

Perencanaan fasilitas sangat memerlukan adanya data dasar sebagai dasar proses awal perencanaan fasilitas. Tanpa adanya data dasar, mustahil dapat dilakukan perencanaan fasilitas secara baik. Data dasar antara lain meliputi ramalan penjualan, jumlah yang diproduksi, jadwal produksi, kebijakan persediaan, gambar produk, daftar komponen-komponen produk, urutan produksi, operasi yang dilakukan, metode terdahulu, waktu baku produksi, tata letak yang ada dan sebagainya. Dari data dasar yang diperoleh dilakukan analisis untuk menentukan keterkaitan data seluruhnya dan selanjutnya digunakan untuk mempersiapkan langkah berikutnya.

2. Rancang proses produksi dan pola aliran bahan.

Hasil analisis data dasar akan memberikan suatu gambaran tentang produk yang akan dibuat, bagaimana proses produksi akan dilakukan yang ditunjukkan oleh gambar urutan produksi dan peta proses operasi, seberapa besar jumlah produk yang akan dihasilkan, yang semuanya merupakan bagian dari tahap perancangan proses produksi.

Aktivitas lain dalam merancang proses produksi adalah merencanakan pola aliran bahan yang dikembangkan atas dasar peta rakitan dan peta proses operasi yang telah dibuat. Dari pola aliran bahan dapat dilihat keterkaitan antar jalur aliran beberapa komponen.

3. Sistem *material handling*/penanganan *material*

Aktivitas penanganan *material* dan juga produksi merupakan salah satu aktivitas terpenting karena biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan ini relatif besar. Sistem *material handling* ini harus diperhatikan mulai dari proses penerimaan bahan dari pemasok, sampai dengan proses distribusi kepada pelanggan.

Peralatan untuk proses penanganan *material*/barang ini harus ditentukan sesuai dengan kebutuhan yang tergantung dari karakter *material*/barang, pola aliran bahan dan tipe dari tata letak fasilitas. Jumlah dari peralatan yang akan digunakan harus dilakukan penghitungan secara cermat untuk menghindari pemborosan, terutama pemborosan ruang dan biaya pengadaan peralatan tersebut.

4. Perencanaan tempat kerja terpadu.

Yang dimaksud tempat kerja terpadu adalah bahwa setiap proses operasi, stasiun kerja, departemen-departemen dan sebagainya harus dirancang secara rinci dan terpadu dengan mengkaitkan antara mesin, operator dan peralatan pendukung lainnya, dengan berpedoman pada pola aliran bahan yang telah dirancang sebelumnya. Perencanaan tempat kerja terpadu juga harus memperhatikan keterkaitan dengan kegiatan penunjang lainnya, misalnya dengan kegiatan administrasi kantor dan pelayanan.

5. Perencanaan kegiatan pergudangan dan kegiatan pelayanan lainnya.

Kegiatan pergudangan dan kegiatan pelayanan lainnya perlu dilakukan untuk menentukan atau memperkirakan kebutuhan ruang masing-masing. Yang dimaksud dengan kegiatan pergudangan adalah proses kegiatan penanganan *material*/barang mulai dari penerimaan barang, pencatatan, penyimpanan, pemilihan/penyortiran, sampai dengan proses distribusi barang. Sedang kegiatan pelayanan antara lain ruang ganti pakaian, ruang peralatan, tempat pertolongan pertama, kantin dan sebagainya.

6. Perencanaan kebutuhan ruang.

Kebutuhan ruang baik untuk kegiatan produksi maupun untuk kegiatan penunjang serta pergudangan dapat dilakukan setelah langkah-langkah di atas ditentukan. Alokasikan daerah kegiatan ke seluruh ruangan. Diagram alokasi daerah akan menunjukkan keterkaitan antara aliran bahan di dalam dan aliran bahan di luar dengan berbagai sarana angkutan. Juga diperinci keterkaitan dengan fasilitas di sekitarnya, seperti pusat pembangkit tenaga, tempat parkir, halaman gedung dan bangunan yang berdekatan.

7. Perencanaan tata letak awal.

Langkah ini merupakan puncak dari proses perencanaan fasilitas, dan biasanya digambarkan/ditunjukkan dengan bantuan gambar/skets, model baik 2 dimensi maupun model 3 dimensi. Kadang-kadang langkah ini disertai dengan proposal jenis bangunan, konstruksi, bentuk bangunan sebagai bahan pertimbangan.

8. Proses evaluasi.

Proses evaluasi merupakan proses penyesuaian dan pemeriksaan terhadap tata letak yang dibuat. Kadangkala dalam proses perancangan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bersifat pribadi dan perasaan yang tentu saja jauh dari perhitungan-perhitungan ilmiah. Untuk itu perlu sekali dilakukan evaluasi dan pemeriksaan terhadap tata letak yang dibuat sebelum dilakukan pengujian dan persetujuan.

9. Persetujuan dari pejabat pabrik yang berwenang.

Persetujuan dari pejabat pabrik yang berwenang diperlukan karena latar belakang pejabat tersebut, yaitu di samping memiliki kewenangan membuat kebijakan dan aturan pabrik, dinilai memiliki pengetahuan khusus tentang fase-fase operasi yang diusulkan dan mempunyai pemahaman yang luas terhadap keterkaitan menyeluruh antara berbagai fase operasi.

10. Pembuatan tata letak.

Dalam proses selanjutnya perancang tata letak harus bekerja sama dengan arsitek untuk melihat apakah tata letak yang direncanakan dapat digabungkan dengan bangunannya.

11. Menindaklanjuti pelaksanaan tata letak.

Perancang tata letak harus mencatat secara runtut bagaimana tata letak mempengaruhi operasi produksi. Ketika ada kesempatan bagi perbaikan, tata letak harus dievaluasi dengan tepat dan perubahan dibuat jika ternyata memang diperlukan.

2.2. Perencanaan Aliran *Material*

Analisis aliran *material* dan proses ditujukan untuk menentukan proses dan peralatan yang ditentukan dan bagaimana aliran *material* secara umum dilaksanakan. Analisis aliran tergantung pada:

1. Bahan atau produk (karakteristik, ukuran lot dan jumlah operasi)
2. Strategi dan peralatan *material handling* (prinsip pemindahan bahan, satuan yang dipindah dan peralatan yang dibutuhkan)
3. Tata letak dan konfigurasi bangunan (ukuran, bentuk, jumlah lantai, letak pintu, letak dan lebar gang, letak departemen)

Masalah aliran muncul dari adanya kebutuhan untuk memindahkan bahan, komponen, orang dari permulaan proses sampai pada akhir proses untuk mencapai lintasan yang paling efisien. Hampir setiap orang berpendapat bahwa dalam meningkatkan produktivitas akan berhasil jika ditunjang oleh aliran elemen yang bergerak melalui fasilitas yang efisien. Aliran *material* yang lancar secara otomatis akan mengurangi biaya aliran, dengan demikian tingkat produktivitas akan meningkat. Lintasan yang simpang siur menunjukkan kurangnya perencanaan aliran *material*.

Sebuah aliran barang yang direncanakan dengan baik dan cermat mempunyai beberapa keuntungan (*Apple, J., M.*), yaitu:

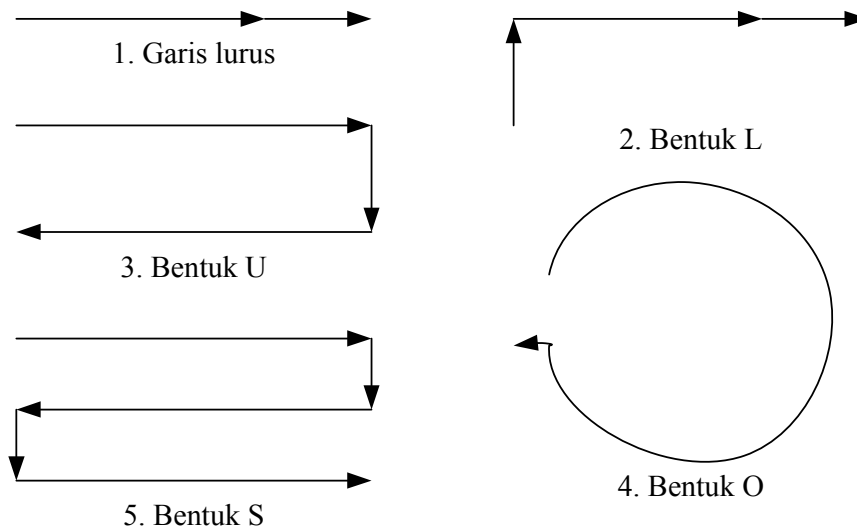
1. Menaikkan efisiensi, produktivitas.
2. Pemanfaatan ruangan pabrik yang lebih efisien.
3. Kegiatan pemindahan yang lebih sederhana.
4. Pemanfaatan peralatan lebih baik, mengurangi waktu menganggur.
5. Mengurangi waktu dalam proses.
6. Mengurangi persediaan dalam proses.
7. Pemanfaatan tenaga kerja lebih efisien.
8. Mengurangi kerusakan produk.
9. Kecelakaan minimal.
10. Mengurangi jarak jalan kaki.
11. Mengurangi kemacetan lalu lintas di gang.

12. Sebagai dasar untuk tata letak yang efisien.
13. Lebih mudah untuk supervisi.
14. Pengendalian produksi lebih sederhana.
15. Meminimumkan gerakan balik.
16. Memperlancar aliran produksi.
17. Proses penjadwalan lebih baik.
18. Mengurangi kondisi sibuk.
19. Urutan pekerjaan logis.
20. Tata letak lebih baik.

2.2.1. Pola-pola Aliran

Langkah awal dalam merancang fasilitas manufaktur adalah menentukan pola aliran secara umum. Pola aliran ini menggambarkan *material* masuk sampai pada produk jadi. Beberapa pola aliran umum serta fungsi dan kegunaannya adalah:

1. Pola aliran garis lurus digunakan untuk proses produksi yang pendek dan sederhana.
2. Pola aliran bentuk L. Pola ini hampir sama dengan pola garis lurus, hanya saja pola ini digunakan untuk mengakomodasi jika pola aliran garis lurus tidak bisa digunakan dan biaya bangunan terlalu mahal jika menggunakan pola aliran garis lurus.
3. Pola aliran bentuk U. Pola ini digunakan jika aliran masuk *material* dan aliran keluarnya produk pada lokasi yang relatif sama.
4. Pola aliran bentuk O. Pola ini digunakan jika keluar masuknya *material* dan produk pada satu tempat/satu pintu. Kondisi ini memudahkan dalam pengawasan keluar masuknya barang.
5. Pola aliran bentuk S, digunakan jika aliran produksi panjang dan lebih panjang dari ruangan yang ditempati. Karena panjangnya proses, maka aliran di zig zag.



Gambar 2.3 Pola aliran umum

2.2.2. Tipe-tipe Tata Letak

Salah satu keputusan penting yang perlu dibuat adalah keputusan-keputusan perancangan proses yang dipilih berdasarkan pada tipe-tipe tata letak. Tipe tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufaktur untuk jangka waktu yang cukup panjang. Tipe-tipe tata letak secara umum adalah *Product Layout*, *Process Layout*, *Group Technology Layout* dan *Layout by Fixed Position*.

A. Tata Letak Fasilitas 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. Suatu produk dapat dibuat/diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya di dalam departemen tersebut, dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain.

Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu.

Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirnya terjadi penghematan biaya.

Keuntungan tipe *product layout* adalah:

1. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
2. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat inventori barang setengah jadi menjadi kecil.
3. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
4. Mesin dapat ditempatkan dengan jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.
5. Memerlukan operator dengan keterampilan yang rendah, *training* operator tidak lama dan tidak membutuhkan banyak biaya.
6. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk transit dan penyimpanan barang sementara.
7. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah:

1. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
2. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
3. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
4. Membutuhkan supervisi secara umum tidak terspesifikasi.
5. Membutuhkan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses yang sejenis diperlukan.

B. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Fungsi atau Macam Proses (*Process Layout*)

Dalam *process/ functional layout* semua operasi dengan sifat yang sama dikelompokkan dalam departemen yang sama pada suatu pabrik/industri. Mesin, peralatan yang mempunyai fungsi yang sama dikelompokkan jadi satu, misalnya semua mesin bubut dijadikan satu departemen, mesin bor dijadikan satu

departemen dan mill dijadikan satu departemen. Dengan kata lain *material* dipindah menuju departemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan.

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. Penggunaan mesin dapat dilakukan dengan efektif, konsekuensinya memerlukan sedikit mesin.
2. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup berbagai macam jenis dan model produk.
3. Investasi mesin relatif kecil karena digunakan mesin yang umum (*general purpose*)
4. Keragaman tugas membuat tenaga kerja lebih tertarik dan tidak bosan.
5. Adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, khususnya untuk pekerjaan yang sulit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.
6. 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:

1. 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.
2. Total waktu produksi lebih panjang.
3. Inventori barang setengah jadi cukup besar, jadi menyebabkan penambahan tempat.

4. Diperlukan keterampilan tenaga kerja yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.
5. Kesulitan dalam menyeimbangkan tenaga kerja dari setiap fasilitas produksi karena penempatan mesin yang terkelompok.

C. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk (*Group Technology Layout*)

Tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokkan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell*.

Kelebihan tata letak berdasarkan kelompok teknologi ini adalah:

1. Karena *group technology* memanfaatkan kesamaan komponen/produk maka dapat mengurangi pemborosan waktu dalam perpindahan antar kegiatan yang berbeda.
2. Penyusunan mesin didasarkan atas *family* produk sehingga dapat mengurangi waktu *set up*, mengurangi ongkos *material handling* dan mengurangi area lantai produksi.
3. Apabila ada urutan proses yang terhenti maka dapat dicari alternatif lain.
4. Mudah mengidentifikasi *bottlenecks* dan cepat merespon perubahan jadwal.
5. Operator makin terlatih, cacat produk dapat dikurangi dan dapat mengurangi bahan yang terbuang.

Seperti halnya tipe tata letak fasilitas yang lain, tipe tata letak berdasarkan kelompok produk juga mempunyai kekurangan-kekurangan yaitu:

1. Utilisasi mesin yang rendah.
2. Memungkinkan terjadinya duplikasi mesin.
3. Biaya yang cukup tinggi untuk realokasi mesin.
4. Membutuhkan tingkat kedisiplinan yang tinggi karena ada kemungkinan komponen yang diproses berada pada sel yang salah.

D. *Layout yang Berposisi Tetap (Fixed Position Layout)*

Sistem berdasarkan *product layout* maupun *process layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dijalankan. *Layout* yang berposisi tetap ditunjukkan bahwa mesin, manusia serta komponen-komponen bergerak menuju lokasi *material* untuk menghasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dilakukan pemindahan. Contoh dari industri ini adalah industri pesawat terbang, penggalangan kapal, pekerjaan konstruksi bangunan.

Keuntungan tata letak tipe ini adalah:

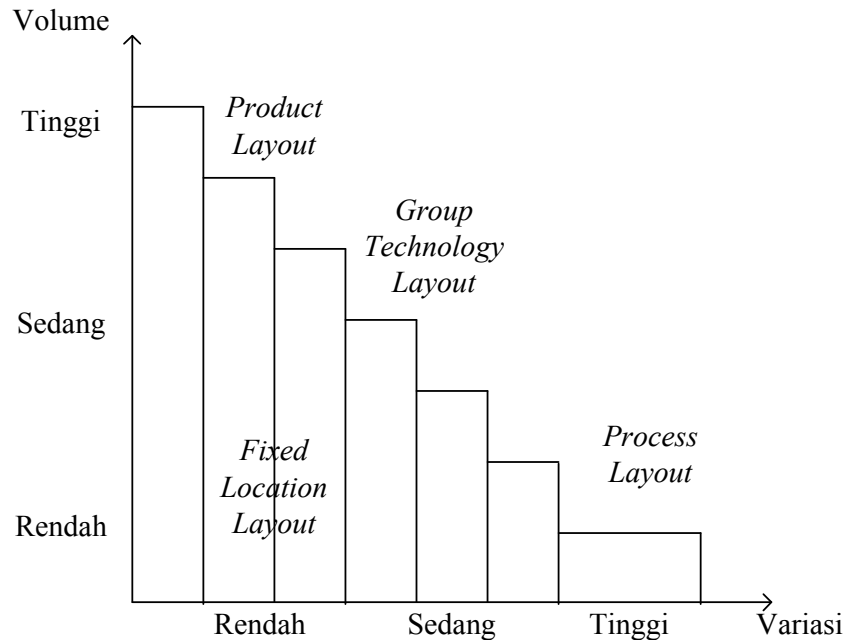
1. Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
2. Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah:

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

Ditinjau dari bahasan keuntungan dan kerugian tiap tipe tata letak, maka dapat dibuat keputusan tipe tata letak apa yang akan digunakan. Untuk membuat keputusan digunakan peta Variasi-Quantitas (Peta V-Q). Jika variasi produk kecil dan kuantitasnya besar maka cenderung digunakan *product layout*, sebaliknya jika variasinya besar dan kuantitasnya kecil gunakan *process layout*. Dan *group technology layout* digunakan jika variasi sedang dan kuantitasnya sedang.

Fixed location layout digunakan jika variasi rendah dan kuantitas rendah. Peta V-Q ditunjukkan seperti pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Peta V-Q

2.3. Peta Proses Operasi

Peta proses operasi (OPC), yaitu suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku, baik urutan-urutan operasi maupun pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut, seperti: waktu yang dihabiskan, *material* yang digunakan, dan tempat atau alat atau mesin yang dipakai.

Jadi dalam suatu peta proses operasi, yang dicatat hanyalah kegiatan-kegiatan operasi dan pemeriksaan saja, kadang-kadang pada akhir proses dicatat tentang penyimpanan.

Teknik ini terutama untuk melihat operasi mandiri dari tiap komponen atau rakitan. Peta ini akan memberikan gambaran yang lebih cermat tentang pola aliran produksi dan menambahkan data kuantitatif pertama pada usulan perencanaan aliran.

2.3.1. Kegunaan Peta Proses Operasi

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui Peta Proses Operasi, kita bisa memperoleh banyak manfaat diantaranya:

- Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarnya
- Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi ditiap/pemeriksaan)
- Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik
- Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai
- Sebagai alat untuk latihan kerja.

2.3.2. Prinsip Pembuatan Peta Proses Operasi

Untuk bisa menggambarkan peta proses operasi dengan baik, ada beberapa prinsip yang perlu diikuti, yaitu:

- Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan kepalanya “Peta Proses Operasi” yang diikuti oleh identifikasi lain seperti: nama objek, nama pembuat peta, tanggal dipetakan cara lama atau sekarang, nomor peta dan nomor gambar.
- *Material* yang diproses diletakkan diatas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa *material* tersebut masuk kedalam proses.
- Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal, yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.
- Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi.
- Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.

Agar diperoleh gambar peta operasi yang baik, produk yang biasanya yang paling banyak memerlukan operasi, harus dipetakan terlebih dahulu, berarti dipetakan dengan garis vertikal disebelah kanan halaman kertas.

Setelah semua proses digambarkan dengan lengkap, pada akhir halaman dicatat ringkasannya, yang memuat tentang informasi-informasi seperti: jumlah operasi, jumlah pemeriksaan dan jumlah yang dibutuhkan.

2.3.3. Analisa Peta Proses Operasi

Ada 4 hal yang perlu diperhatikan/pertimbangkan agar diperoleh suatu proses kerja yang baik melalui analisa peta proses operasi yaitu: analisa terhadap bahan-bahan, operasi, pemeriksaan dan terhadap waktu penyelesaian atau proses. Keempat hal tersebut diatas, dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Bahan-bahan

Kita harus mempertimbangkan semua alternatif dari bahan yang digunakan, proses penyelesaian dan toleransi sedemikian rupa sehingga sesuai dengan fungsi, reabilitas, pelayanan dan waktunya.

b. Operasi

Juga dalam hal ini harus dipertimbangkan mengenai semua alternatif yang mungkin untuk proses pengolahan, pembuatan, pengerjaan dengan mesin atau metode perakitanannya, beserta alat-alat perlengkapan yang digunakan. Perbaikan yang mungkin bisa dilakukan misalnya dengan menghilangkan, menggabungkan, merubah dan menyederhanakan operasi-operasi yang terjadi.

c. Pemeriksaan

Dalam hal ini kita harus mempunyai standar kualitas. Suatu objek dikatakan memenuhi syarat kualitasnya jika setelah dibandingkan dengan standar ternyata lebih baik atau minimal saja. Proses pemeriksaan bisa dilakukan dengan teknik sampling atau satu per satu dari semua objek yang dibuat. Tentunya cara yang terakhir tersebut dilaksanakan apabila jumlah produksinya sedikit.

d. Waktu

Untuk mempersingkat waktu penyelesaian, kita harus mempertimbangkan semua alternatif mengenai metoda, peralatan dan tentunya penggunaan perlengkapan-perengkapan khusus.

Lambang yang digunakan untuk membuat OPC adalah :



Proses *assembling*

Kegiatan dimana komponen mengalami perubahan karena dirakit dengan komponen lainnya.



Pemeriksaan

Kegiatan memeriksa benda atau objek baik dari segi kualitas maupun kuantitas.



Aktivitas gabungan

Kegiatan dimana antara *assembling* dan pemeriksaan dilakukan bersamaan atau dalam selang waktu yang relatif singkat.



Penyimpanan

Seandainya benda kerja disimpan dalam waktu yang lama yang jika mau diambil kembali biasanya harus berdasarkan rekomendasi atau ijin terlebih dahulu.

2.4. Perancangan Tata Letak

Defenisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin, bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia, dan semua peralatan serata fasilitas yang digunakan dalam proses produksi. Perancangan tata letak juga harus menjamin kelancaran aliran bahan, penyimpanan bahan, baik bahan baku, bahan setengah jadi maupun produk jadi.

Perancangan sistem fasilitas, perancangan tata letak dan perancangan *material handling* pada dasarnya mempunyai kaitan yang tidak dapat dipisahkan. Untuk itu perancangan tata letak diusahakan sefleksibel mungkin, karena dengan adanya perubahan permintaan, penemuan produk baru, proses baru, metoda kerja baru dan sebagainya, perusahaan harus melakukan perancangan tata letak ulang.

Tujuan utama perancangan tata letak adalah optimasi pengaturan fasilitas operasi sehingga nilai yang diciptakan oleh sistem produksi akan maksimal. Tujuan perancangan tata letak fasilitas diantaranya adalah:

1. Memanfaatkan area yang ada.

Perancangan tata letak yang optimal akan memberikan solusi dalam penghematan penggunaan area (*space*) yang ada, baik area 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 dalam peralatan dan perlengkapan produksi.

3. Meminimumkan *material handling*.

Selama proses produksi akan selalu terjadi aktivitas perpindahan, baik bahan 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 pemindahan bahan. Tata letak sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan jarak angkut dari masing-masing fasilitas dapat diminimalisir.

4. Mengurangi waktu tunggu, kemacetan dan kesimpangsiuran.

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.

Tenaga kerja tentu saja menginginkan bekerja dalam lingkungan yang aman, nyaman dan menyenangkan. Hal-hal yang dianggap membahayakan bagi kesehatan dan keselamatan kerja harus dihindari.

6. Mempersingkat proses manufaktur.

Dengan memperpendek jarak antara operasi satu dengan operasi berikutnya, maka waktu yang diperlukan oleh bahan baku berpindah dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain dapat dipersingkat. 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 sangat besar. Perancangan tata letak yang baik hendaknya memperhatikan keseimbangan lintasan (*line balancing*), karena menumpuknya barang setengah jadi salah satunya disebabkan oleh tidak seimbangannya lintasan produksi.

8. Mempermudah aktivitas supervisi.

Penempatan ruangan supervisor yang tepat akan memberikan keleluasaan bagi supervisor untuk mengawasi aktivitas yang sedang berlangsung.

2.5. Material Handling

Secara umum defenisi *material handling* adalah sebagai berikut:

1. *Material handling* adalah seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan dan pengawasan *material*.
 - a. Seni

Material handling dapat dinyatakan sebagai seni karena masalah-masalah *material handling* tidak dapat secara eksplisit diselesaikan semata-mata dengan formula atau model matematika.

b. Ilmu pengetahuan

Material handling dinyatakan sebagai ilmu pengetahuan karena menyangkut metode *engineering*.

c. Perpindahan

Perpindahan *material* membutuhkan waktu dan memerlukan penggunaan tempat (yaitu penanganan *material* digunakan pada waktu yang tepat dan pada tempat yang benar). Perpindahan *material* memerlukan kesesuaian antara ukuran, bentuk, berat dan kondisi *material* dengan lintasannya dan analisis frekuensi gerakan.

d. Penyimpangan

Penyimpanan *material* sebagai penyangga antar operasi, memudahkan dalam pekerjaan manusia dan mesin.

e. Perlindungan

Perlindungan *material* antara lain pengawasan, pengepakan dan pengelompokan *material* untuk melindungi kerusakan dan kehilangan *material*. Sistem *material handling* harus dirancang untuk meminimasi keperluan pengawasan dan untuk menurunkan biaya.

f. Pengawasan

Pengawasan *material* terdiri dari pengawasan fisik dan pengawasan status *material*. Pengawasan fisik adalah pengawasan yang berorientasi pada susunan dan jarak penempatan antar *material*. Pengawasan status adalah pengawasan tentang lokasi, jumlah, tujuan, kepemilikan, keaslian dan jadwal *material*.

g. *Material*

Sistem penanganan *material* disesuaikan dengan bentuk *material*, karena secara luas *material* ada yang berbentuk bubuk, padat, cair dan gas.

2. *Material handling* mempunyai arti penanganan *material* dalam jumlah yang tepat dari *material* yang sesuai dalam kondisi yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang benar, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah dengan menggunakan metode yang benar. Jika

digunakan metode yang sesuai, maka sistem *material handling* akan terjamin/aman dan bebas dari kerusakan.

2.5.1. Tujuan *Material Handling*

Tujuan utama dari perencanaan *material handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, *material handling* sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan fasilitas yang diimplementasikan. Beberapa tujuan dari sistem *material handling* antara lain (Meyers, F.E.):

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan dan memberikan perlindungan terhadap *material*.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja.
3. Meningkatkan produktivitas:
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas.
5. Mengurangi bobot mati
6. Sebagai pengawasan persediaan

2.5.2. Hubungan Antara Penanganan *Material* dan Tata Letak Pabrik

Dalam sistem manufaktur, dua aktivitas yang sering berpengaruh satu sama lain adalah penanganan *material* dan tata letak pabrik. Hubungan dua aktivitas tersebut menyangkut data yang diperlukan untuk rancangan tiap aktivitas, tujuan umum, pengaruh ruangan dan pola aliran. Secara khusus masalah tata letak pabrik membutuhkan informasi mengenai biaya operasi peralatan agar penempatan departemen dapat menimbulkan total biaya penanganan *material* yang minimum. Oleh karenanya dalam perancangan sistem penanganan *material*, harus diketahui panjang perpindahan *material*, waktu perpindahan, sumber dan tujuan perpindahan.

Tata letak pabrik dan penanganan *material* mempunyai tujuan umum yaitu meminimumkan biaya. Biaya penanganan *material* dapat diminimumkan dengan menyusun lebih dekat departemen-departemen yang berhubungan, agar perpindahan *material* terjadi dengan jarak yang pendek.

Minimasi biaya merupakan salah satu tujuan utama dari sistem penanganan *material*. Ada beberapa cara untuk mencapai tujuan tersebut, antara lain:

1. Mengurangi waktu mengganggu peralatan.
2. Pemakaian maksimum peralatan untuk mendapatkan satuan muatan yang tinggi.
3. Meminimumkan perpindahan *material*.
4. Mengatur departemen-departemen sedekat mungkin agar jarak perpindahan *material* lebih pendek.
5. Mencegah perbaikan yang besar dengan melakukan perencanaan aktivitas perawatan yang lebih baik.
6. Harus menggunakan peralatan yang tepat untuk mengurangi kerusakan *material*.
7. Sedapat mungkin menggunakan prinsip gravitasi.
8. Menghindari pekerjaan yang tidak aman bagi tenaga kerja seperti mengangkat beban yang terlalu berat.
9. Mengurangi keanekaragaman jenis peralatan untuk mengurangi kebutuhan investasi.
10. Mengganti peralatan yang sudah usang dengan peralatan yang baru agar lebih efisien.

Penentuan ongkos *material handling* dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tata letak fasilitas. Ditinjau dari segi biaya, tata letak yang baik adalah tata letak yang mempunyai total ongkos *material handling* kecil, meskipun dalam hal ini biaya bukan satu-satunya indikator untuk menyatakan bahwa tata letak itu baik dan masih banyak faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan. Secara umum biaya yang termasuk dalam perancangan dan operasi sistem penanganan *material* adalah sebagai berikut:

1. Biaya investasi

Yang termasuk dalam biaya ini adalah harga pembelian peralatan, harga komponen alat bantu dan biaya instalasi.

2. Biaya operasi yang terdiri dari:
 - a. Biaya perawatan
 - b. Biaya bahan bakar
 - c. Biaya tenaga kerja yang terdiri dari upah dan jaminan kecelakaan.
3. Biaya pembelian muatan, yang digolongkan dalam pembelian alat-alat *material*.
4. Biaya yang menyangkut masalah pengepakan dan kerusakan *material*.

2.5.3. Ongkos *Material Handling*

Ongkos *Material Handling* adalah suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas *material* dari satu mesin ke mesin lain atau dari satu departemen ke departemen lain yang besarnya ditentukan sampai pada suatu tertentu. Satuan yang digunakan adalah rupiah/meter gerakan. Tujuan dibuatnya perencanaan *material handling* ini adalah:

- Meningkatkan kapasitas
- Memperbaiki kondisi kerja
- Memperbaiki pelayanan pada konsumen
- Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
- Mengurangi ongkos

Pada dasarnya kegiatan *material handling* adalah kegiatan tidak produktif, karena pada kegiatan ini bahan tidaklah mendapat perubahan bentuk atau perubahan nilai, sehingga sebenarnya akan mengurangi kegiatan yang tidak efektif dan mencari ongkos *material handling* terkecil. Menghilangkan transportasi, tidaklah mungkin dilakukan. Maka caranya adalah dengan melakukan *hand off*, yaitu menekan jumlah ongkos yang digunakan untuk biaya transportasi. Menekan jumlah ongkos transportasi dapat dilakukan dengan cara menghapus langkah transportasi, mekanisasi, atau meminimasi jarak.

Beberapa aktivitas pemindahan bahan yang perlu diperhitungkan adalah sebagai berikut:

- Pemindahan bahan dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju departemen pabrikan maupun departemen *assembling*.
- Pemindahan bahan yang terjadi diproses satu jenis mesin menuju jenis departemen yang lainnya.
- Pemindahan bahan dari departemen *assembling* menuju gudang barang jadi (*Shipping*).

Secara umum biaya *material handling* akan terbagi atas tiga klasifikasi, yaitu:

1. Biaya yang berkaitan dengan transportasi raw *material* dari sumber asalnya menuju pabrik dan pengiriman *finished goods product* ke konsumen yang dibutuhkannya. Biaya transportasi disini merupakan fungsi yang berkaitan dengan pemilihan lokasi pabrik dengan memperhatikan tempat dimana sumber *material* berada serta lokasi tujuannya.
2. *In-plant receiving and storage* yaitu biaya-biaya diperlukan untuk gerakan perpindahan *material* dari proses satu ke proses berikutnya, *ware housing* serta pengiriman produk lainnya.
3. *Handling material* yang dilakukan oleh operator pada mesin atau peralatan kerjanya serta proses perakitan yang berlangsung di atas meja perakitan.

Di dalam usaha menganalisa *material handling cost*, maka faktor-faktor berikut ini sudah seharusnya diperhatikan benar-benar, yaitu antara lain:

a. *Material*

- Harga pembelian dari mesin/peralatan
- Biaya seluruh *material* yang dipergunakan
- *Maintenance cost and repair part inventory*
- Biaya untuk peralatan bantu
- Biaya untuk oli/pelumas
- Biaya instalansi, termasuk disini seluruh *material* dan biaya upah pekerja dan pengaturan kembali.

b. *Salary and Wages*

- *Direct labour costs* (seluruh personil yang terlibat di dalam pengoperasian peralatan *material handling*).
- *Training costs* untuk menjalankan peralatan *material handling* tersebut
- *Indirect labour costs* (staf dan servis departemen) dan lain-lain.

c. *Financial Charges*

- *Interest* untuk investasi peralatan *material handling*
- Biaya asuransi, *property taxes*, depresiasi dan lain-lain.

Untuk mengurangi biaya-biaya *material handling*, maka berikut ini diberikan beberapa hal yang akan mempengaruhi biaya *material handling*, dan untuk itu harus dicegah/dikoreksi sesegera mungkin.

a. *Idle machine time*

Machine down time berarti penurunan produktivitas kerja dan tentu saja berarti yang terbuang. Bila mesin bekerja pelan atau berhenti sama sekali karena aliran *material* tidak lancar atau suplai *material* terlambat, maka hal ini bisa dikatakan sebagai ketidak efisienan pemakaian fasilitas *handling*.

b. *Production bottlenecks*

Suatu interupsi terhadap aliran produksi akibat keterlambatan *material* akan menghentikan seluruh proses produksi (khususnya untuk *continuous industry*).

c. *Rehandling material*

Setiap kali item harus ditangani, digerakkan atau dipindahkan maka hal ini berarti akan membutuhkan biaya. Teknik *material handling* seharusnya direncanakan dengan sebaik-baiknya sehingga akan bisa mengurangi frekuensi pemindahan *material*.

d. *Large inventories*

Inventori pada dasarnya membutuhkan modal dan memerlukan fasilitas pergudangan yang sesuai, biasanya semakin efisien perencanaan sistem *material handling* maka akan semakin efisien pula kebutuhan inventornya.

e. *Poor space utilization*

Kebutuhan ruangan akan dipresentasikan dengan uang yang disediakan. Perencanaan *material handling* yang efektif akan dapat mengoptimalkan pemanfaatan ruang yang tersedia.

f. *Excessive maintenance*

Biaya *maintenance* untuk peralatan *material handling* akan berarti dua kehilangan yang kita peroleh, waktu dan *material* yang dipakai untuk perawatan (*corrective* dan *material*) ditambah dengan waktu yang hilang dari penggunaan peralatan itu sendiri. Aplikasi yang kurang tepat dan peralatan *material handling* akan menyebabkan hal-hal seperti yang diuraikan tersebut.

g. *In-efficient use of labor*

Pekerja atau operator bagian produksi dibayar untuk bekerja menghasilkan produk yang dikehendaki. Setiap saat waktu yang mereka miliki ternyata dipakai untuk kegiatan *material handling*, maka akan terjadi kehilangan kesempatan untuk melakukan hal-hal yang produktif.

h. *Damage material*

Kerusakan *material* akibat *handling* seringkali menimbulkan biaya yang besar. Untuk itu pemilihan metode dan peralatan *material handling* yang tepat akan dapat mencegah kerusakan-kerusakan karena *handling* ini.

i. *Demurrage*

Bila fasilitas *material handling* dibiarkan saja menganggur untuk beberapa lama, maka ekstra biaya akan keluar sia-sia akibat hal tersebut. Penggunaan peralatan *material handling* secara efisien akan membantu mengatasi permasalahan ini.

j. *In-efficient use of equipment*

Industri *material handling equipment* pada dasarnya membutuhkan biaya, baik untuk investasinya maupun aplikasinya (operasional). *Material handling equipment* seharusnya dipilih menurut efektivitas fungsional dan tingkat efisiensi yang tinggi.

Secara umum, Ongkos *Material Handling* (OMH) dapat dihitung dengan cara:

$OMH = \text{ongkos alat angkut per meter gerakan} \times \text{jarak tempuh pengangkutan}$

$\text{Total OMH} = OMH \times \text{frekuensi aliran per satuan waktu}$

2.5.4. From To Chart

From To Chart kadang-kadang disebut pula sebagai trip frekuensi *chart* atau *travel chart* yaitu suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi dimana banyak item yang mengalir melalui suatu area seperti *job shop*, engkel pemesinan, kantor dan lain-lain.

From To Chart (FTC) merupakan penggambaran tentang beberapa total OMH dari suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju pabrik lainnya. Sehingga dari peta ini dapat dilihat ongkos *material handling* secara keseluruhan, mulai dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju pabrikasi, *Assembling* dan terakhir gudang barang jadi (*Shipping*).

Cara pengisian *From To Chart* (FTC) adalah sebagai berikut:

- Perhatikan total ongkos dari tabel OMH, kemudian masukan nilai total ongkos tersebut disesuaikan dengan pengangkutan bahan dari satu tempat ke tempat lainnya.
- Jumlah total ongkos setiap baris dan setiap kolom juga total ongkos secara keseluruhan.

2.5.5. Outflow

Outflow digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang keluar dari suatu departemen ke departemen lainnya. *Inflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang masuk ke suatu departemen ke departemen lainnya.

Outflow dan *inflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang terjadi pada mesin yang bersangkutan yang merupakan koefisien ongkos keluar dan masuk dan didapatkan berdasarkan OMH yang diketahui. Referensi perhitungan *outflow* dan *inflow* yaitu dari OMH dan FTC, yaitu ongkos yang dibutuhkan untuk *material handling* dari suatu mesin ke mesin lainnya dan sebaliknya.

Perhitungan sebagai berikut:

Out Flow = Ongkos di mesin M : ongkos yang keluar dari mesin M

In Flow = Ongkos di mesin M : ongkos yang keluar ke mesin M

2.5.6. Skala Prioritas

Tabel skala prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antar departemen/mesin dalam suatu lintas/*lay out* produksi dimana urutan prioritas antar departemen tersebut merupakan urutan yang sebenarnya yang didapat dari hasil *outflow* revisi. Referensi TSP didapat dari perhitungan *outflow-inflow*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefisien ongkosnya.

Tujuan pembuatan TSP adalah:

- Untuk meminimalkan ongkos
- Untuk mengoptimalkan *lay out*
- Untuk memperkecil jarak *handling*

2.6. Ukuran Jarak

Untuk menghitung jarak antar departemen ada beberapa macam sistem yang dipergunakan untuk melakukan pengukuran jarak suatu lokasi terhadap lokasi lain, antara *euclidean*, *square euclidean*, *rectilinear*, *asile distance*, *adjacency* dan sebagainya.

2.6.1. Jarak Euclidean

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas lainnya. Sistem pengukuran dengan jarak *euclidean* sering digunakan karena lebih mudah dimengerti dan mudah digunakan. Contoh aplikasi dari jarak *euclidean* misalnya pada beberapa model *conveyor*, dan juga jaringan transportasi dan distribusi.

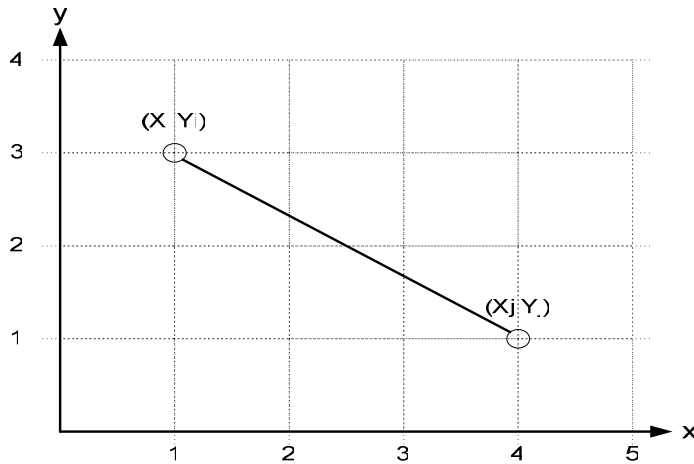
Untuk menentukan jarak *euclidean* fasilitas satu dengan fasilitas lainnya menggunakan formula sebagai berikut.

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Di mana: X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i
 Y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i
 d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

Perhitungan jarak *euclidean* antara i dan j seperti pada gambar 2.5 adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(1 - 4)^2 + (3 - 1)^2]^{1/2} = 3,6$$



Gambar 2.5 Jarak *euclidean*

2.6.2. Jarak Rectilinear

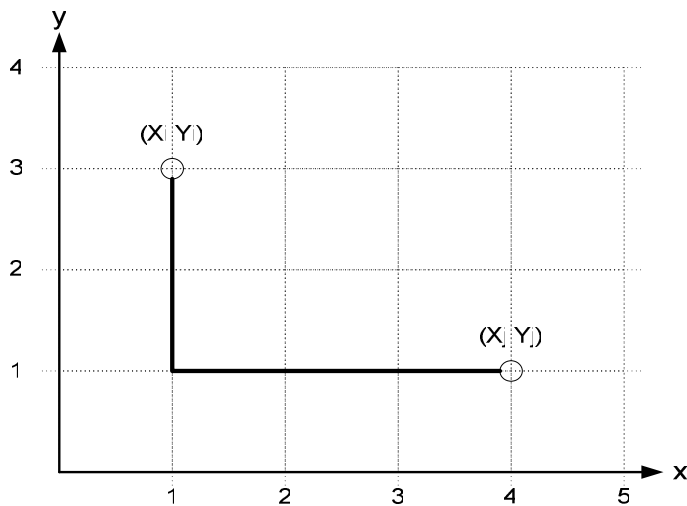
Jarak *rectilinear* sering juga disebut dengan Jarak Manhattan, merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Disebut dengan Jarak Manhattan, mengingatkan jalan-jalan di kota Manhattan yang membentuk garis-garis paralel dan saling tegak lurus antara satu jalan dengan jalan lainnya.

Pengukuran dengan jarak *rectilinear* sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalkan untuk menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas di mana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara lurus.

Dalam pengukuran jarak *rectilinear* digunakan notasi sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots\dots\dots (2.2)$$

Ukuran jarak *rectilinear* digambarkan berikut ini.



Gambar 2.6 Jarak *rectilinear*

Dari gambar 2.6 jarak antara i dan j adalah sebagai berikut.

$$d_{ij} = |1 - 4| + |3 - 1| = 5$$

2.6.3. Square Euclidean

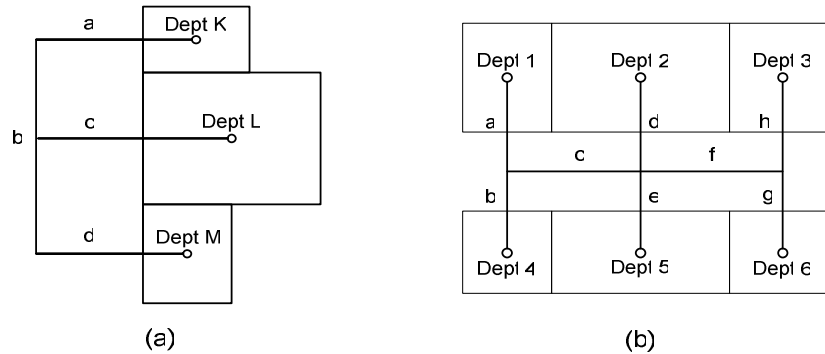
Sebagaimana namanya, *square euclidean* merupakan ukuran jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Relatif untuk beberapa persoalan terutama menyangkut persoalan lokasi fasilitas diselesaikan dengan penerapan *square euclidean*. Formula yang digunakan dalam *square euclidean*:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \dots\dots\dots (2.3)$$

2.6.4. Aisle

Ukuran jarak *aisle* sangat berbeda dengan ukuran jarak seperti dikemukakan di muka. *Aisle distance* akan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut pemindah bahan. Dari gambar 2.7 (a) ukuran jarak *aisle* antara departemen K dan M merupakan jumlah dari a, b dan d. Sedang gambar 2.7 (b) jarak *aisle* departemen 1 dengan departemen 3 merupakan jumlah dari a, c, f dan h.

Aisle distance pertama kali diaplikasikan pada masalah tata letak dari proses manufaktur.



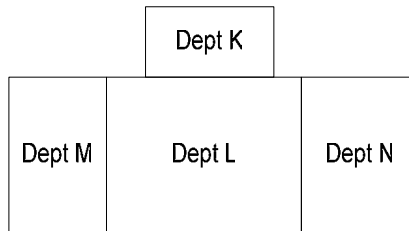
Gambar 2.7 Jarak untuk *aisle*

2.5.5. Adjacency

Adjacency merupakan ukuran kedekatan antara fasilitas-fasilitas atau departemen-departemen yang terdapat dalam suatu perusahaan. Dalam perancangan tata letak dengan metode SLP, sering digunakan ukuran *adjacency* yang biasa digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan antara departemen satu dengan departemen lainnya.

Kelemahan ukuran jarak *adjacency* adalah tidak dapat memberi perbedaan secara riil jika terdapat dua pasang fasilitas di mana satu dengan lainnya tidak berdekatan. Sebagai contoh (gambar 2.8) jarak antara departemen K dan departemen N yang tidak saling berdekatan berjarak 40 m, dan jarak antara departemen M dan departemen N yang berjarak 75 m, hal ini bukan berarti antara departemen K dan departemen N mempunyai tingkat kedekatan yang lebih tinggi. Dalam hal ini kedua-duanya baik d_{kn} (tingkat kedekatan departemen K dan N) dan d_{mn} (tingkat kedekatan departemen M dan N) dalam *adjacency* akan sama-sama

diberi nilai 0. Sebaliknya meskipun departemen M dan departemen N masing-masing jika diukur dengan jarak *rectilinear* maupun jarak *euclidean* sama dengan departemen L, bukan berarti mempunyai nilai *adjacency* yang sama. Bisa saja antara departemen M dan departemen L mempunyai jarak *adjacency* yang lebih dibandingkan jarak *adjacency* antara departemen N dan departemen L. Misalkan antara departemen M dan L nilai *adjacency* sebesar 3, sedang antara departemen N dan L nilai *adjacency* sebesar 1.



Gambar 2.8 *Adjacency distance*

2.7. Tata Letak Dengan Bantuan Komputer

Secara tradisional, pengembangan dan evaluasi tata letak pabrik diselesaikan oleh para perancang dengan menggunakan teknik-teknik grafik dan manipulasi *template*. Dewasa ini sering diaplikasikan teknik analitik dengan bantuan komputer dalam pengembangan tata letak. Penggunaan komputer dalam menyelesaikan masalah tata letak mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan pendekatan manual tradisional.

1. Dengan komputer perhitungan dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan prosedur manual.
2. Komputer mampu untuk menyelesaikan masalah yang kompleks.
3. Pada proses perancangan menggunakan komputer lebih ekonomis dibandingkan dengan perancangan manual (manusia).

Tata letak berbantuan komputer mempertimbangkan aliran departemen. Aliran antar departemen dapat secara kuantitatif dicatat dalam *From To Chart*, atau secara kualitatif dicatat dalam *Relationship Chart*. Tata letak berbantuan komputer yang dikenal antara lain CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*), COFAD (*Computerized Facilities Design*), PLANET (*Plant Layout Analysis and Evaluation Technique*), CORELAP (*Computerized*

Relationship Layout Technique), ALDEP (*Automated Layout Design Program*), BLOCPLAN.

Program komputer bagaimanapun dapat merupakan alat yang sangat berguna, walaupun penggunaan komputer belum mencakup seluruh prosedur dalam perencanaan tata letak fasilitas. Komputerisasi algoritma tata letak dapat dikategorikan berdasarkan cara menghasilkan alternatif-alternatif tata letak akhir. Komputerisasi perencanaan tata letak fasilitas dikenal dengan nama *Computer Aided Layout*, dapat diklasifikasikan menurut jenis data aliran atau hubungan antar departemen yaitu dapat berbentuk kuantitatif. Sedangkan metode pengembangan tata letak terdiri dari algoritma konstruksi dan algoritma perbaikan.

2.7.1. Algoritma Konstruksi

Algoritma konstruksi terdiri dari penyeleksian dan penempatan fasilitas atau departemen secara berturut-turut sehingga diperoleh suatu tata letak yang baik. Algoritma ini digunakan untuk mengembangkan tata letak yang baru atau awal. Maksud dari algoritma dengan metode ini bekerja dari keadaan belum adanya susunan tata letak dan membentuk susunan tata letak dengan cara menempatkan departemen-departemen yang disediakan sehingga terbentuk susunan yang baik.

2.7.1.1. CORELAP

CORELAP (*Computerized Relationship Layout Technique*) merupakan suatu algoritma konstruksi yang menentukan penyusunan tata letak, prinsip kerjanya menggunakan hasil perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR) dari setiap departemen. TCR merupakan jumlah dari nilai-nilai numerik yang menyatakan hubungan kedekatan antar departemen. Hubungan tersebut ditunjukkan melalui huruf-huruf yang masing-masing telah diberi bobot.

Adapun bobot kedekatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

A = 6 (Mutlak harus didekatkan)

B = 5 (Sangat penting didekatkan)

- I = 4 (Penting didekatkan)
- O = 3 (Dapat didekatkan)
- U = 2 (Tidak penting didekatkan)
- X = 1 (Dihindari untuk didekatkan)

2.7.1.2. ALDEP

Algoritma ALDEP (*Automated Layout Design Program*) termasuk dalam metode konstruksi dengan data yang digunakan adalah data kualitatif. Algoritma ini pertama kali dikembangkan oleh Seehof dan Evans pada tahun 1967. Pengembangan berikutnya dilakukan oleh perusahaan di IBM. Prinsip kerja ALDEP berdasarkan prefensif hubungan aktivitas seperti algoritma CORELAP.

Perbedaan dasar dengan CORELAP terletak pada jumlah AAD yang dihasilkan. CORELAP menghasilkan satu AAD terbaik, sedangkan ALDEP menghasilkan beberapa kemungkinan AAD yang evaluasinya diserahkan kepada perancang. ALDEP menggunakan nilai pada setiap bentuk tingkat hubungan dalam bentuk angka. Nilai-nilai tersebut adalah:

- A = 64 (Mutlak harus didekatkan)
- B = 16 (Sangat penting didekatkan)
- I = 4 (Penting didekatkan)
- O = 1 (Dapat didekatkan)
- U = 0 (Tidak penting didekatkan)
- X = -1024 (Dihindari untuk didekatkan)

Nilai untuk alternatif yang dihasilkan diperoleh dengan menjumlahkan nilai-nilai departemen yang saling berdampingan. ALDEP dapat melayani sampai 63 departemen atau aktivitas, dapat juga diterapkan dalam bangunan tiga lantai dengan mempertimbangkan lokasi-lokasi yang sudah diterapkan terlebih dahulu seperti lorong, tangga dan lain sebagainya.

2.7.1.3. PLANET

PLANET (*Plant Layout Analysis and Evaluation Technique*) pada awalnya merupakan pengembangan model oleh J.M. Devis terhadap riset yang dilakukan oleh A.J. Gani pada tahun 1965 di Institut Teknologi Georgia yang berjudul *Evaluation of Alternative Material Handling Flow*, kemudian oleh K.M. Kleim model yang telah dikembangkan tersebut dibuat program komputernya. PLANET dalam pembentukan tata letak mempunyai kelebihan karena mampu untuk menerima tiga jenis *input* data dan mempunyai tiga metode seleksi departemen yang akan ditempatkan. Ketiga jenis *input* ini adalah:

- a. *Extended part list*
- b. *From to chart*
- c. *Penalty chart*

Selain *input* tersebut, PLANET juga membutuhkan prioritas penempatan untuk setiap departemen. Prioritas tertinggi adalah 1 dan prioritas terendah adalah 9. Metode seleksi yang digunakan dalam memilih departemen yang akan ditempatkan dalam tata letak yaitu metode seleksi A, B, C.

2.7.2. Algoritma Perbaikan

Algoritma dengan metode perbaikan (*Improvement Method*) digunakan untuk mengalokasikan kembali tata letak fasilitas dari suatu susunan yang sudah ada dengan cara melakukan pertukaran lokasi departemen yang sudah ada. Selain dapat digunakan untuk *re-allocation*, algoritma perbaikan juga dapat digunakan untuk merencanakan tata letak. Perencanaan tata letak dengan algoritma perbaikan dilakukan dengan cara membuat tata letak awal, kemudian dilakukan pertukaran tata letak sampai diperoleh hasil akhir.

2.7.2.1. COFAD

Algoritma COFAD (*Computerized Facilities Design*) pada dasarnya merupakan modifikasi dari CRAFT yang mempertimbangkan ongkos dari setiap alternatif penggunaan berbagai peralatan penanganan *material* yang sesuai agar diperoleh

ongkos sekecil mungkin. Data masukan yang dibutuhkan COFAD adalah sebagai berikut:

1. Alternatif-alternatif peralatan *material handling*.
2. Ongkos operasi masing-masing alternatif.
3. *From To Chart* untuk masing-masing peralatan *material handling*.
4. Tata letak awal (sekarang).

2.7.2.2. CRAFT

Sejak tahun 1983 teknik CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*) bertujuan untuk meminimumkan biaya perpindahan *material*, dimana biaya perpindahan *material* didefinisikan sebagai aliran produk, jarak dan biaya unit pengangkutan. CRAFT awalnya dipresentasikan oleh Armour dan Bufo. CRAFT merupakan contoh program tipe teknik *Heuristic* yang berdasarkan pada interpretasi *Quadratic Assignment* dari program proses *layout*, yaitu mempunyai kriteria dasar yang digunakan meminimumkan biaya perpindahan *material*, dimana biaya ini digambarkan sebagai fungsi linier dari jarak perpindahan. Fungsi tujuan dari CRAFT adalah:

$$F = \max/\min \sum_{ij} C_{ij} W_{ij} D_{ij} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana: C_{ij} = Ongkos aliran antar departemen

W_{ij} = Frekuensi aliran antar departemen

D_{ij} = Jarak antar departemen

CRAFT memerlukan *input* yang berupa biaya perpindahan *material*. *Input* biaya perpindahan berupa biaya per satuan perpindahan per satuan jarak (ongkos *material handling* per satuan jarak/OMH per satuan jarak). Asumsi-asumsi biaya perpindahan *material* adalah sebagai berikut:

1. Biaya perpindahan tidak tergantung (bebas) terhadap utilisasi peralatan.
2. Biaya perpindahan adalah linier terhadap panjang perpindahan.
3. algoritma CRAFT melakukan pertukaran dua atau tiga departemen sekaligus. Untuk setiap pertukaran, CRAFT menghitung ongkos transportasinya. Pertukaran yang menghasilkan ongkos terbesar akan dipilih atau dicetak dalam tata letak.

Prosedur ini berlanjut sampai tidak ada lagi pertukaran lokasi yang menghasilkan ongkos lebih kecil dari ongkos tata letak saat ini. CRAFT hanya dapat melayani pertukaran sampai 40 departemen.

CRAFT merupakan sebuah program perbaikan. Program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap. CRAFT mengevaluasi tata letak dengan cara mempertukarkan lokasi departemen.

Perubahan antar departemen diharapkan dapat mengurangi biaya perpindahan *material*. Selanjutnya CRAFT membuat pertimbangan pertukaran departemen untuk tata letak yang baru, dan ini dilakukan secara berulang-ulang sampai menghasilkan tata letak yang terbaik dengan mempertimbangkan biaya perpindahan *material*.

Input yang diperlukan untuk algoritma CRAFT (Francis R., L., and White J., A.) adalah:

1. Tata letak awal
2. Data aliran (frekuensi perpindahan)
3. Data biaya (OMH per satuan jarak)
4. Jumlah departemen yang tidak berubah (*fixed*)

Perhitungan jarak antar mesin *i* dan mesin *j* dengan dua titik pusat yang berbeda adalah:

$$\text{Mesin } i - \text{mesin } j = [X_i - X_j] + [Y_i - Y_j] \dots\dots\dots (2.5)$$

CRAFT untuk selanjutnya mempertimbangkan perubahan antar departemen yang luasnya sama atau mempunyai sebuah batas dekat untuk mengurangi biaya transportasi. Tipe pertukaran dapat terjadi seperti berikut (Francis R., L., and White J., A.):

1. *Pair-Wise Interchanges* (Pertukaran 2 departemen).
2. *Three-Way Interchanges* (Pertukaran 3 departemen).
3. *Pair Wise Allowed by Three Way Interchanges* (Pertukaran 2 departemen dilanjutkan dengan pertukaran 3 departemen).

4. *The best of Pair Wise or Three Way Interchanges* (Pemilihan yang terbaik antara pertukaran 2 departemen dan 3 departemen).

CRAFT membangun sebuah tata letak akhir dengan perbaikan bagian dari tata letak awal melalui beberapa iterasi sampai pada *layout* terakhir, dan tata letak akhir ini diperoleh tergantung pada tata letak awal. Departemen *dummy* adalah departemen yang tidak mempunyai aliran terhadap departemen lain tetapi meliputi sebuah area spesifik. Departemen *dummy* antara lain dapat digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

1. Mengisi bangunan yang bersifat umum atau tidak beraturan.
2. Menggambarkan area yang tetap di dalam fasilitas dimana departemen tidak dapat dialokasikan, yaitu tangga elevator, ruang istirahat, tempat alat-alat *service* dan lain-lain.
3. Menyatakan ruang ekstra dalam fasilitas.
4. Membantu dalam mengevaluasi lokasi gang dalam tata letak.

Ketika departemen *dummy* digunakan untuk menyatakan sebuah departemen tidak berubah-ubah posisinya maka lokasi departemen harus dibuat tetap. Keuntungan lain, CRAFT mengizinkan pengguna untuk menetapkan lokasi beberapa departemen (*dummy* atau departemen lainnya). CRAFT mampu untuk menyesuaikan departemen *nonrectangular* (tidak berbentuk kotak) atau departemen yang tidak beraturan ditempatkan dimanapun yang diinginkan.

Kriteria penukaran data inti pada CRAFT adalah:

1. Kriteria pertukaran

Departemen yang menjadi kandidat untuk pertukaran dua atau tiga departemen harus memenuhi paling sedikit satu dari kriteria berikut ini:

- a. Departemen harus memiliki perbatasan yang sama.
- b. Departemen harus memiliki ukuran atau area yang sama.
- c. Departemen harus memiliki kedua perbatasan yang sama pada ketiga departemen.

2. Data *input* (masukan)

Data masukan yang dibutuhkan oleh CRAFT yaitu:

- a. Tata letak awal
- b. Data aliran *material* (*From to chart*)
- c. Data ongkos perpindahan (*Move cost chart*)
- d. Jumlah dan lokasi dari departemen yang tetap atau tidak ikut dipertukarkan.

CRAFT memerlukan *input* data yang harus dimasukkan sebelum program CRAFT ini dieksekusi. Input data yang diperlukan oleh CRAFT ini adalah sebagai berikut:

1. Suatu baris yang menguraikan tentang parameter dan pilihan-pilihan yang tersedia dalam algoritma CRAFT.

Baris *control* mempunyai format sebagai berikut:

abcdefghijklmnopzy

ab = jumlah departemen atau bagian dalam tata letak, maksimum 40 departemen

cd = jumlah baris dalam tata letak awal, maksimum 30 baris

ef = jumlah kolom dalam tata letak awal, maksimum 30 kolom

gh = jenis pertukaran departemen yang diinginkan, yaitu sebagai berikut:

00 menunjukkan pertukaran 2 departemen,

01 menunjukkan pertukaran 3 departemen,

02 menunjukkan pertukaran 2 departemen dilanjutkan dengan pertukaran 3 departemen,

03 menunjukkan pertukaran 3 departemen dilanjutkan dengan pertukaran 2 departemen,

04 menunjukkan pemilihan yang terbaik antara pertukaran 2 departemen dengan pertukaran 3 departemen.

ij = kendali pencetakan, yaitu sebagai berikut:

00 menunjukkan pencetakan hanya untuk tata letak awal dan tata letak hasil iterasi terakhir

01 menunjukkan pencetakan tata letak pada setiap iterasi

kl = parameter pelacak kesalahan, yaitu sebagai berikut:

00 menunjukkan tidak ada pesan kesalahan

01 menunjukkan pencetakan kesalahan pertukaran

02 menunjukkan pencetakan kesalahan pertukaran dan pencarian alternatif pertukaran yang terbaik

mn = jumlah departemen atau bagian yang letaknya tetap atau tidak dapat diubah

op-yz nomor departemen yang letaknya tidak dapat diubah

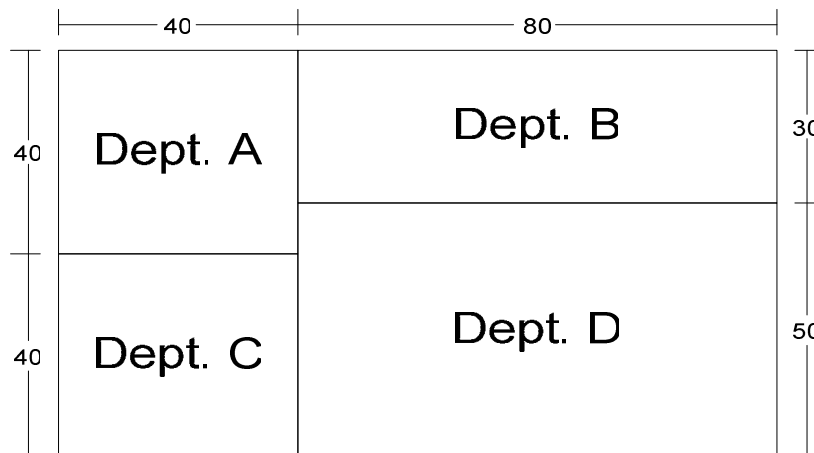
2. *From To Chart* yang menunjukkan besarnya aliran *material* antar departemen atau bagian. Setiap baris dari *from to chart* memerlukan satu baris (*card*). Jumlah maksimum elemen atau sel dalam suatu baris adalah 32. Bila jumlah departemen lebih dari 32 buah, maka digunakan 2 baris untuk setiap baris dari *from to chart* ini.
3. *Move Cost Chart* menunjukkan besarnya ongkos pemindahan *material* per satuan jarak per satuan beban antar departemen atau bagian. Sama dengan *from to chart*, setiap baris dari *move cost chart* memerlukan satu baris. Jumlah maksimum elemen atau sel dalam satu baris adalah 32, dan apabila jumlahnya lebih dari 32 buah, maka digunakan 2 baris untuk setiap baris *move cost chart* ini.
4. Tata letak awal, yang juga memerlukan kebutuhan luas masing-masing departemen atau bagian. Setiap satuan luas dari tata letak awal memerlukan satu blok. Dalam pemasukan data ini, setiap satuan luas dari masing-masing departemen adalah sebagai berikut:
 - a. Departemen A (pertama) ditulis 01
 - b. Departemen B ditulis 02
 - c. Departemen C ditulis 26
 - d. Departemen AA ditulis 27
 - e. Departemen MM ditulis 39
 - f. Departemen NN ditulis 40

Setiap satuan luas dari tata letak awal memerlukan segi empat penuh, diubah dengan menambahkan departemen bayangan (*dummy*) sehingga dicapai tata

letak yang membentuk segi empat (*rectangular*). Setiap departemen tidak boleh terpecah.

Contoh Pemakaian CRAFT dengan Perhitungan Manual

Seperti dikemukakan di atas bahwa algoritma CRAFT memerlukan input berupa tata letak awal, data aliran (frekuensi perpindahan), data biaya (OMH per satuan jarak), dan jumlah departemen yang tidak berubah (*fixed*). Tata letak awal dapat berupa tata letak yang sudah ada, ataupun tata letak awal dari hasil rancangan baru. Di dalam tata letak awal perlu adanya data jumlah departemen luas area masing-masing departemen. Contoh tata letak awal ditunjukkan oleh gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2.9 Tata letak awal

Format *input* dari peta ditunjukkan oleh suatu matrik berisi huruf-huruf atau angka-angka yang menggambarkan macam-macam departemen. Gambar 2.10 adalah salah satu matrik dengan ukuran setiap elemen sama dengan 100 m^2 . Setiap baris dan kolom = 10 m. Di sini diberikan 8 baris dan 12 kolom maka luasnya dapat dihitung $80 \text{ m} \times 120 \text{ m}$.

A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	80
A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	70
A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	60
A	A	A	A	D	D	D	D	D	D	D	D	50
C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	40
C	C	C	C	D	D	D	D	D		D	D	30
C	C	C	C	D	D	D	D	D	D		D	20
C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	10
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	

Gambar 2.10 Matriks elemen

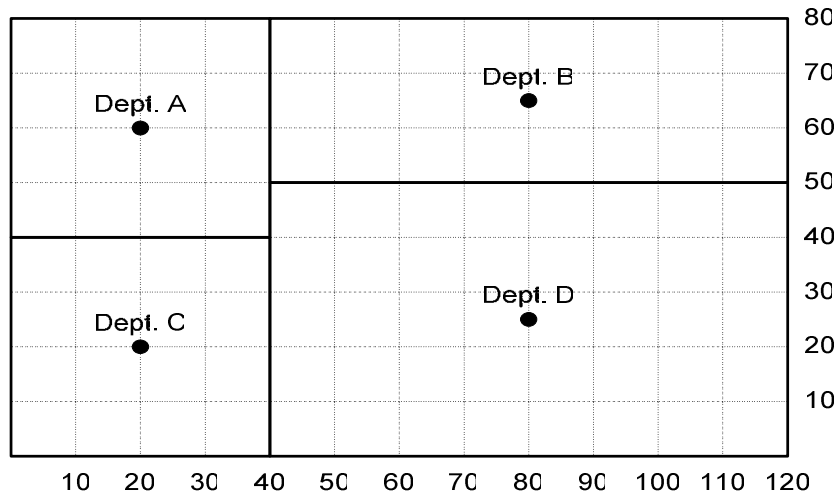
Input lain yang diperlukan CRAFT adalah data aliran, biaya, dan juga jarak perpindahan. Peta dari-ke (*from to chart*) untuk data aliran menunjukkan jumlah perpindahan yang dibuat per periode waktu di antara kombinasi dari departemen. Sedang peta dari-ke untuk biaya (*cost matrix*) perpindahan atau *material handling cost* menunjukkan biaya yang diperlukan untuk memindahkan 1 satuan jarak antara kombinasi departemen.

Jika proses penanganan *material* dilakukan dengan menggunakan peralatan yang bervariasi, elemen *cost* yang diperlukan tidak harus sama. Sebagai contoh *material handling* antara departemen A dan D yang diangkut oleh *fork lift*, mempunyai elemen biaya yang berbeda antara departemen A dan B yang diangkat oleh *hand truck*. Oleh karenanya data biaya dinyatakan sebagai biaya per satuan jarak, untuk keperluan ini satuan jarak disamakan sebagai skala tata letak. Jika skala tata letak individual mempunyai luasan 100 m² maka elemen biaya pada *from to chart* dinyatakan sebagai biaya tiap 10 m pengangkutan. Jika *conveyor* digunakan, maka biaya dipertimbangkan secara proporsional terhadap panjang *conveyor* dan bukan sebagai fungsi linear dari aliran. Konsekuensinya, jika *conveyor* dipasang pada departemen A dan departemen C, aliran antara departemen tersebut dijadikan satu kesatuan dan elemen biaya untuk *material handling* antara departemen tersebut menjadi biaya persatuan waktu persatuan panjang dari *conveyor*.

Penggunaan CRAFT dapat dikemukakan sebagai berikut. Dari tata letak awal seperti ditunjukkan pada gambar 2.9 diatas, dan data aliran/biaya (Tabel 2.1), CRAFT menghitung total biaya *material handling* untuk tata letak awal dengan terlebih dahulu menghitung jarak di antara pusat departemen. Lokasi pusat departemen ditandai dengan suatu titik seperti ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 *From to chart* untuk data aliran

From \ To	A	B	C	D
A	-	6	12	12
B	3	-	3	9
C	6	3	-	6
D	12	3	0	-



Gambar 2.11 Lokasi titik pusat tata letak

Lokasi sentral:

$$(X_a, Y_a) = (20, 60) \quad (X_c, Y_c) = (20, 20)$$

$$(X_b, Y_b) = (80, 65) \quad (X_d, Y_d) = (80, 25)$$

Dari koordinat lokasi titik pusat (*centroid*) masing-masing departemen dihitung jarak *rectilinear*. Sebagai contoh, jarak *rectilinear* di antara koordinat lokasi titik pusat (*centroid*) untuk departemen A dan B:

$$|X_a - X_b| + |Y_a - Y_b| = |20 - 80| + |60 - 65| = 65$$

Hasil matrik jarak ada pada tabel 2.2 dan total biaya untuk tata letak awal sebesar 5085 (tabel 2.3). Matrik pada tabel 2.3 ini diperoleh dari hasil perkalian antar elemen dari matrik biaya per satuan jarak (tabel 2.1) dengan matrik jarak (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Data Aliran awal

From \ To	A	B	C	D
A	-	65	40	95
B	65	-	105	40
C	40	105	-	65
D	95	40	65	-

Tabel 2.3 Total biaya

From \ To	A	B	C	D	Total
A	-	390	480	1140	2010
B	195	-	315	360	870
C	240	315	-	390	945
D	1140	120	0	-	1260
Total	1575	825	795	1890	5085

Seperti telah disampaikan sebelumnya bahwa CRAFT mengaplikasikan *Pair Wise Exchange Heuristic* yaitu melaksanakan pergantian sentral lokasi dari departemen-departemen yang mana keduanya mempunyai luasan yang sama atau mempunyai batasan yang dekat. Kemudian dilakukan perhitungan total biaya, sampai diperoleh total biaya paling kecil.

Perubahan yang pertama dengan melakukan pertukaran departemen C dan D dengan pertimbangan batasan yang dekat. Karena luasan departemen C dan D tidak sama, maka luasan departemen D tidak berbentuk kotak, seperti ditunjukkan pada gambar 2.12. Perubahan letak departemen antara departemen C dan D akan mengubah koordinat sentral masing-masing departemen C dan D. Untuk

departemen D, karena bentuknya bukan persegi, dihitung dengan menggunakan titik berat dengan formula sebagai berikut.

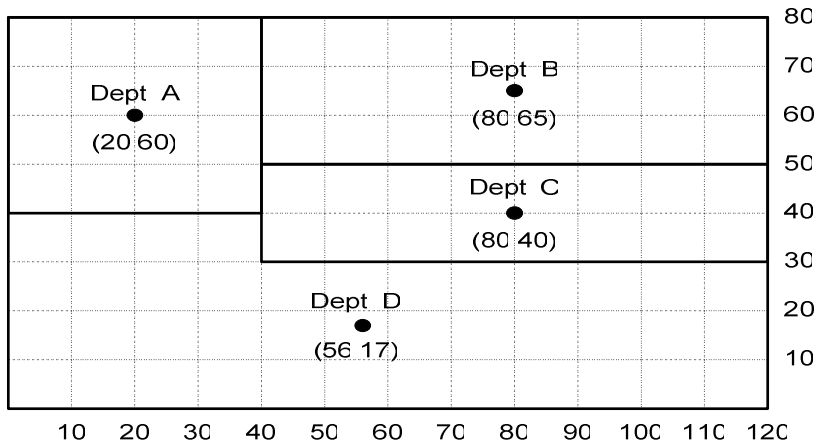
$$TB = \frac{M}{L} \dots\dots\dots (2.6)$$

Di mana: M : momen
L : luas

$$\text{Koordinat x: } TB_x = \frac{M_x}{L_x} = \frac{\sum X_i L_i}{\sum L_i} = \frac{20 \times 1600 + 80 \times 2400}{4000} = 56$$

$$\text{Koordinat y: } TB_y = \frac{M_y}{L_y} = \frac{\sum Y_i L_i}{\sum L_i} = \frac{20 \times 1600 + 15 \times 2400}{4000} = 17$$

Jadi, koordinat tiap-tiap departemen adalah, untuk departemen A (Xa,Ya) = (20,60), departemen B (Xb,Yb) = (80,65), departemen c (Xc,Yc) = (80,40) dan departemen D (Xd,Yd) = (56,17).



Gambar 2.12 Tata letak dengan perubahan departemen C dan D

Perubahan jarak setelah dilakukan pertukaran C dan D seperti terlihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Data aliran setelah perubahan departemen C dan D

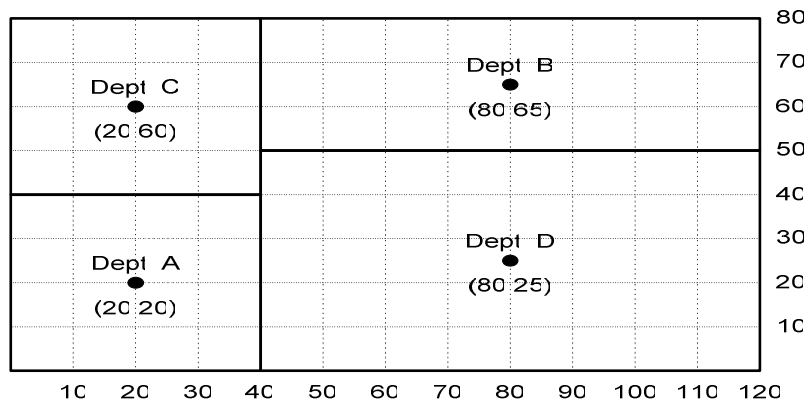
From \ To	A	B	C	D
A	-	65	80	79
B	65	-	25	72
C	80	25	-	47
D	79	72	47	-

Perhitungan total biaya setelah dilakukan pertukaran departemen C dan departemen D ditunjukkan oleh tabel 2.5 Hasil total biaya sebesar 5217, yang berarti ada kenaikan biaya dari 5085 menjadi 5217. Perubahan yang dilakukan ternyata tidak menguntungkan.

Tabel 2.5 Matrik total biaya setelah terjadi perubahan departemen C dan D

From \ To	A	E	C	D	Total
A	-	390	960	948	2298
E	195	-	75	648	918
C	480	75	-	282	837
D	948	216	0	-	1164
Total	1623	681	1035	1878	5217

Karena perubahan departemen C dan D tidak menguntungkan, maka dari tata letak awal dicoba lagi perbaikan dengan melakukan perubahan departemen A dan C. Perubahan tata letak departemen A dan C menghasilkan tata letak seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Tata letak setelah perubahan departemen A dan C

Oleh karena lokasi *centroid* berubah, maka peta jarak untuk tata letak yang baru dilakukan perhitungan kembali berdasarkan tata letak seperti pada gambar 2.13. Peta jarak setelah dilakukan perbaikan ditunjukkan tabel 2.6.

Total biaya setelah terjadi perubahan departemen A dan C seperti pada gambar tabel 2.7.

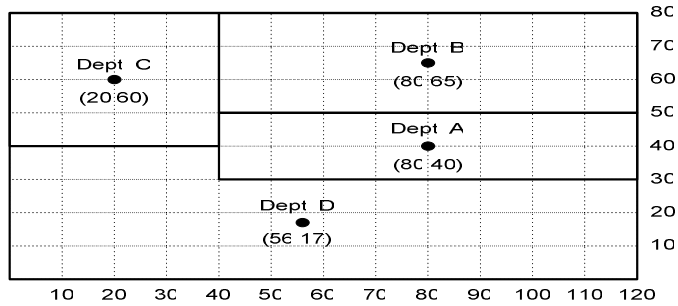
Tabel 2.6 Peta jarak setelah perubahan departemen A dan C

From \ To	A	B	C	D
A	-	105	40	65
B	105	-	65	40
C	40	65	-	95
D	65	40	95	-

Tabel 2.7 Matrik total biaya setela terjadi perubahan departemen A dan C

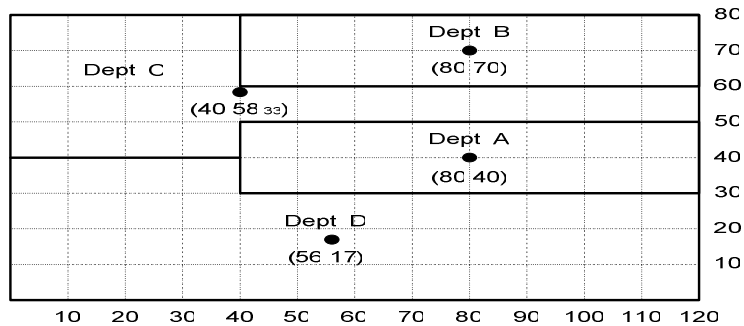
From \ To	A	B	C	D	Total
A	-	630	480	780	1890
B	315	-	195	360	870
C	240	195	-	570	1005
D	780	120	0	-	900
Total	1335	945	675	1710	4665

Selanjutnya CRAFT mengevaluasi kembali melalui *Pair Wise Interchanges* dengan melakukan perubahan letak departemen A dan D berdasarkan tata letak pada gambar 2.13. Gambar 2.14 adalah hasil perbaikan kedua tata letak dengan lokasi titik pusat untuk departemen A = (80,40), departemen B= (80,65), departemen C = (20,60) dan departemen D = (56,17). Sedangkan total biaya sebesar 4521.



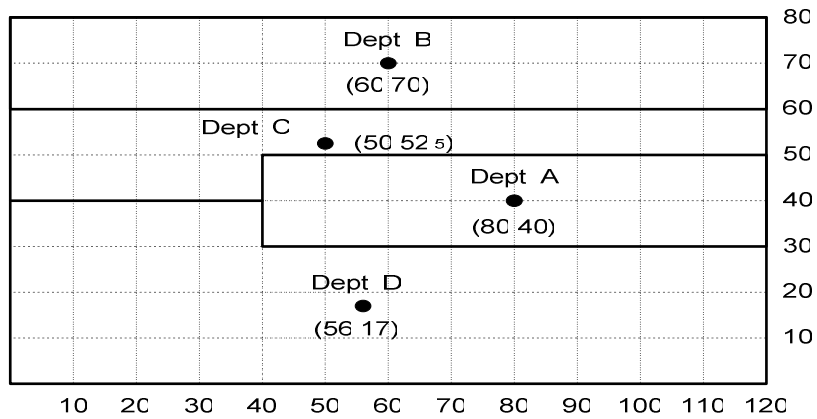
Gambar 2.14 Tata letak setelah perubahan departemen A dan D

Selanjutnya dicoba lagi dengan melakukan perubahan departemen B dan C. Dengan perhitungan sama seperti di atas, diperoleh total biaya sebesar 3653. Tata letak departemen setelah dilakukan perubahan departemen B dan C ditunjukkan gambar 2.15.



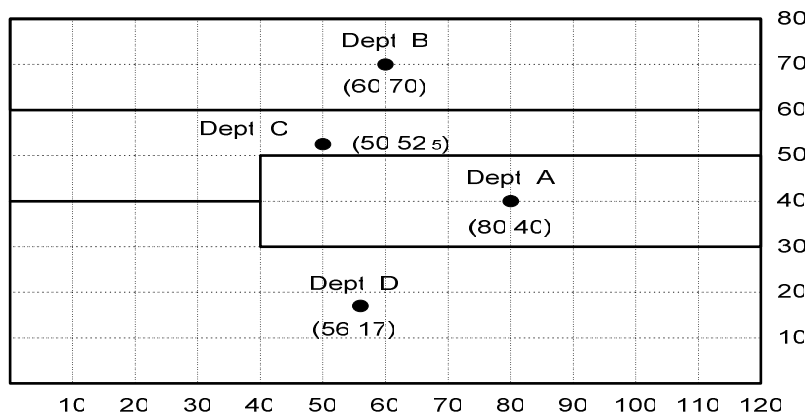
Gambar 2.15 Tata letak setelah perubahan departemen B dan C

Perbaikan selanjutnya adalah dengan perubahan antara departemen B dan C lagi dengan tata letak seperti pada gambar 2.16. Total biaya untuk perubahan ini adalah sebesar 3441.



Gambar 2.16 Tata letak setelah perubahan departemen B dan C

Pertukaran departemen dilakukan lagi antara departemen A dan C dan menghasilkan total biaya sebesar 3274,5. Perbaikan ini merupakan perbaikan terakhir yang bisa dilakukan, karena tidak ditemukan lagi perhitungan *Pair Wise Interchanges* yang memberikan total biaya yang lebih kecil. Tata letak yang terakhir ditunjukkan gambar 2.17.



Gambar 2.17 Tata letak perbaikan terakhir

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian merupakan suatu rangkaian tahapan proses penelitian yang panjang dan terkait secara sistematis. Tiap tahap merupakan penentu tahapan berikutnya, karena itu harus dilaksanakan dengan cermat, teliti, dan sistematis. Teori-teori dan hasil penelitian yang sudah ada merupakan bahan kajian dan digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Agar penelitian yang dilakukan lebih baik dan terarah, maka dibuatlah langkah-langkah atau tahapan proses penelitian. Karena keberhasilan suatu penelitian sangat dipengaruhi oleh penentuan langkah-langkah atau tahapan tindakan yang akan dilalui. Oleh sebab itu metodologi penelitian sangat diperlukan.

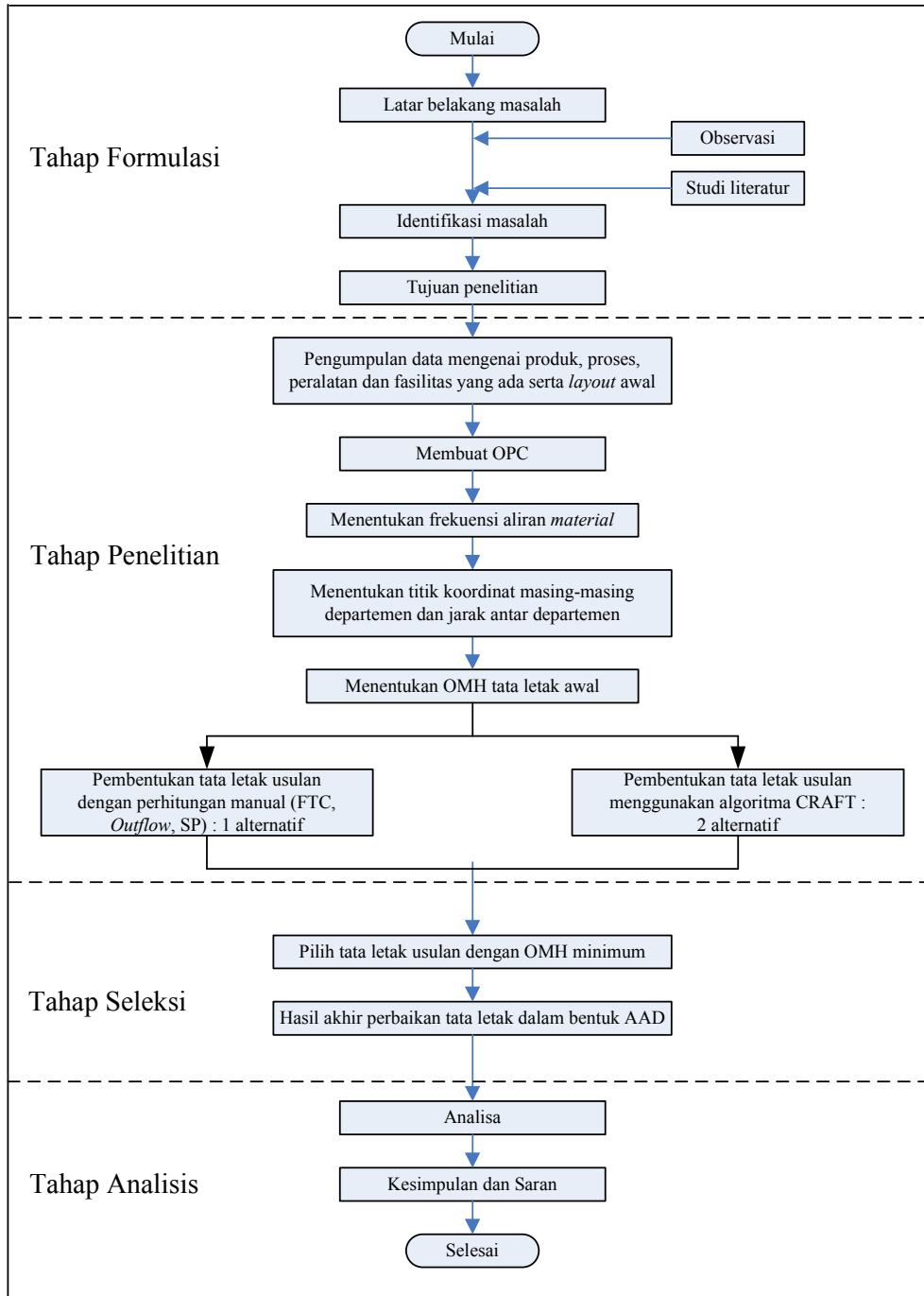
Dalam bab ini akan diuraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir. Langkah-langkah tersebut memberi gambaran secara menyeluruh tentang urutan-urutan pelaksanaan penelitian. Urutan-urutan dari pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1. Pada dasarnya, langkah-langkah dalam perencanaan tata letak dapat dikategorikan ke dalam 4 tahapan, yaitu: Tahap Formulasi, Tahap Penelitian, Tahap Seleksi dan Tahap Analisis.

3.1. Tahap Formulasi

Tahap formulasi yaitu tahap pendahuluan yang dimulai dari menentukan latar belakang, mengidentifikasi masalah, menentukan tujuan penelitian dan lain-lain.

3.1.1. Latar Belakang Masalah

Pada penelitian ini topik yang diambil adalah masalah perancangan ulang tata letak fasilitas di lantai produksi PT. Utax Indonesia untuk mengoptimalkan aliran *material* dengan kriteria minimasi ongkos *material handling*. Karena sejauh ini, tata letak lantai produksi PT. Utax Indonesia belum optimal dilihat dari sudut pandang aliran *material*. Hal ini menyebabkan ongkos *material handling* cukup besar.



Gambar 3.1 *Flowchart* pemecahan masalah

3.1.2. Observasi

Melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan penelitian langsung terhadap objek yang akan diteliti di lapangan terutama di lantai produksi agar diperoleh data yang dibutuhkan.

3.1.3. Identifikasi Masalah

Tahap berikutnya adalah mengidentifikasi masalah. Berdasarkan pengamatan awal dan wawancara dengan Kabag Produksi serta beberapa orang operator mesin, diketahui bahwa salah satu masalah yang ada di pabrik adalah masalah tata letak yang belum optimal jika ditinjau dari sudut pandang aliran *material*. Tata letak yang ada sekarang menimbulkan ongkos *material handling* cukup besar disebabkan oleh panjangnya jarak perpindahan *material*. Karena semakin panjang jalur perpindahan *material* maka ongkos *material handling* akan semakin besar. Berdasarkan hal tersebut maka masalah dalam penelitian ini adalah merancang ulang tata letak fasilitas yang optimal agar jarak perpindahan *material* menjadi pendek dan ongkos *material handling* kecil.

3.1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan tata letak baru yang lebih optimal menurut aliran *material* sehingga jarak perpindahan *material* menjadi pendek karena mesin yang seharusnya berdekatan karena ada aliran *material* sudah didekatkan. Dengan demikian ongkos *material handling* akan dapat diperkecil.

3.1.5. Studi Literatur

Setelah identifikasi masalah dan tujuan penelitian diidentifikasi maka tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan studi literatur mengenai hal-hal yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas. Studi literatur ini berisikan teori-teori yang mendukung ataupun penjelasan dari permasalahan yang ada. Dengan menggunakan referensi-referensi mengenai perencanaan fasilitas, aliran *material*, ongkos *material handling*, serta referensi lain yang mendukung, termasuk teori mengenai teknik-teknik komputer.

Teori-teori tersebut diantaranya diambil dari buku-buku berikut:

1. Apple, James M., *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan : Edisi Ketiga*, ITB Bandung, Bandung, 1990.
2. Purnomo, Hari., *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
3. Wignjosoebroto, Sritomo., *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan : Edisi Ketiga : Cetakan Ketiga*, Guna Widya, Surabaya, 2003.

3.2. Tahap Penelitian

Untuk melakukan tahap penelitian, hal pertama yang harus dikerjakan adalah melakukan pengumpulan data mengenai produk, proses, mesin dan fasilitas yang ada serta *layout* awal. Setelah semua data terkumpul baru dilakukan pengolahan data. Pada penelitian ini yang termasuk ke tahap penelitian antara lain: membuat peta proses operasi (OPC), menentukan frekuensi aliran *material*, menentukan titik koordinat masing-masing departemen untuk menentukan jarak, menentukan OMH, pembentukan usulan tata letak dalam bentuk AAD dengan 2 cara yaitu dengan perhitungan manual dan menggunakan algoritma CRAFT.

3.2.1. Pengumpulan Data

Untuk melakukan penelitian, maka dilakukan pengumpulan data baik itu data primer maupun data skunder. Data yang dibutuhkan untuk perancangan ulang tata letak fasilitas rantai produksi PT. Utax Indonesia ini adalah: data mengenai produk yang diproduksi, data proses produksi, data ukuran dan luas pabrik serta masing-masing departemen yang ada di rantai produksi, data peralatan dan fasilitas yang ada serta *layout* pabrik yang sekarang.

3.2.2. Membuat OPC

Peta proses operasi (OPC), yaitu suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku, baik urutan-urutan operasi maupun pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa

lebih lanjut, seperti: waktu yang dihabiskan, *material* yang digunakan, dan tempat atau alat atau mesin yang dipakai.

3.2.3. Menentukan Frekuensi Aliran *Material*

Frekuensi aliran *material* ditentukan berdasarkan OPC yang ada dan hal-hal lain yang mempengaruhinya, seperti alat angkut *material handling*, kapasitas alat angkut *material handling* dan lain-lain. Frekuensi aliran *material* pada penelitian ini dihitung untuk 1 hari kerja yaitu 8 jam. Frekuensi aliran *material* digunakan untuk menghitung total ongkos *material handling* per hari.

3.2.4. Menentukan Jarak Antar Departemen

Jarak antar departemen merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui untuk menghitung total ongkos *material handling*. Dari berbagai macam metode yang ada untuk menghitung jarak, dalam penelitian ini perhitungan jarak dihitung dengan metode *rectilinear*. Metode *rectilinear* digunakan agar perhitungan jarak untuk masing-masing usulan alternatif sama, karena perhitungan menggunakan algoritma CRAFT menggunakan metode perhitungan jarak *rectilinear*.

Untuk dapat menghitung jarak dengan metode *rectilinear*, maka terlebih dulu harus diketahui titik koordinat masing-masing departemen karena perhitungan jarak *rectilinear* mengukur jarak antar departemen dari masing-masing titik pusat departemen.

3.2.5. Ongkos *Material Handling* Tata Letak Awal

Material Handling adalah salah satu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri, yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi dari tempat asal ke tempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemindahan *material* dalam hal ini adalah bagaimana cara yang terbaik untuk memindahkan *material* dari satu tempat proses produksi ke tempat proses produksi yang lain. Karena diketahui semakin panjang jarak *material handling* maka akan semakin besar ongkos *material handling* tersebut.

3.2.6. Usulan Tata Letak dalam Bentuk AAD

Pada penelitian ini, untuk membuat usulan tata letak digunakan 2 cara perhitungan yaitu perhitungan manual dan perhitungan menggunakan algoritma CRAFT.

A. Perhitungan Manual

Perhitungan manual yang dimaksud dalam penelitian ini adalah usulan tata letak dalam bentuk AAD berdasarkan skala prioritas kedekatan antar departemen. Untuk dapat mengetahui skala prioritas kedekatan departemen, terlebih dulu harus mengetahui *from to chart* dan *outflow*.

FTC (*From To Chart*) merupakan penggambaran tentang berapa total OMH dari suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju pabrik lainnya. Sehingga dari peta ini dapat dilihat ongkos *material handling* secara keseluruhan.

Outflow digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang keluar dari suatu departemen ke departemen lainnya. *Inflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang masuk ke suatu departemen ke departemen lainnya. *Outflow* dan *inflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang terjadi pada mesin yang bersangkutan yang merupakan koefisien ongkos keluar dan masuk dan didapatkan berdasarkan OMH yang diketahui.

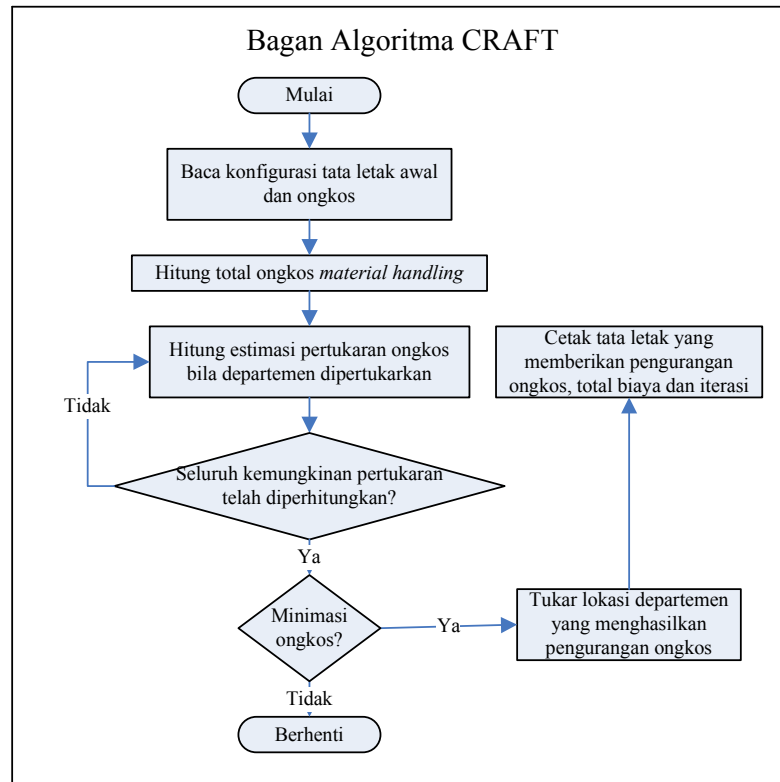
Tabel skala prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antar departemen/mesin dalam suatu lintas/*lay out* produksi.

B. Perhitungan Menggunakan Algoritma CRAFT

Algoritma CRAFT merupakan sebuah program perbaikan, program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap. Algoritma CRAFT mengevaluasi tata letak dengan cara mempertukarkan lokasi departemen. Algoritma CRAFT membuat pertimbangan pertukaran departemen untuk tata letak yang baru, dan ini dilakukan secara berulang-ulang sampai menghasilkan tata letak yang terbaik dengan mempertimbangkan biaya perpindahan *material*.

Langkah-langkah dalam menjalankan *Software Win QSB Modul Facility Location and Layout* adalah sebagai berikut:

1. Jalankan *Software Win QSB Modul Facility Location and Layout*.
2. Tekan *menu file* dan pilih *new problem*.
3. Masukkan informasi yang diminta seperti dalam *problem specification* pilih *problem type: functional layout*. Masukkan nama permasalahan departemen yang akan dilakukan.
4. Masukkan jumlah departemen/mesin yang ada pada rantai produksi yang akan ditataletakkan.
5. Masukkan jumlah baris (lebar bangunan pada rantai produksi) dan masukkan jumlah kolom (panjang bangunan pada rantai produksi).
6. Pilih tujuan penataletakan *minimization* pada *objective criterion*.
7. Masukkan nama setiap departemen/mesin yang akan dilakukan penataletakan, bisa menggunakan angka (0 – 10) atau huruf (A – Z). Masukkan input *yes* atau *no* untuk departemen/mesin tetap atau yang akan dirubah. Masukkan data ongkos aliran per unit dari tabel *Move Cost Chart*. Masukkan koordinat tiap departemen/mesin dari *layout* awal.
8. Pilih *Solve the problem* dan menu *Solve and analyze*.
9. Pilih *Solution optimum* dari menu *Functional layout solution* untuk memilih banyaknya departemen/mesin yang akan dipertukarkan. Plihannya terdiri dari pertukaran 2 departemen, pertukaran 3 departemen, pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen dan pertukaran 3 departemen dengan 2 departemen. Pilihan ini yang akan diambil solusi penataletakan yang memiliki nilai ongkos perpindahan terkecil.
10. Pilih *Distance measure* yaitu *Rectilinear distance* untuk memilih jarak.
11. Pilih *Show exchange iteration* atau tidak untuk menampilkan setiap iterasi, yaitu untuk memperlihatkan iterasi 0 atau awal sampai iterasi terakhir (langsung melihat iterasi yang mempunyai *cost* terkecil).
12. Pilih *Show layout analysis* untuk menggambarkan hasil penata letakan berdasarkan *cost* terkecil.



Gambar 3.2. Bagan Algoritma CRAFT

3.3. Tahap Seleksi

Tahap seleksi yang dilakukan adalah mengevaluasi alternatif tata letak yang telah dirancang. Tata letak yang terpilih adalah tata letak yang mempunyai ongkos *material handling* terkecil dan aliran *material* yang optimal dengan kata lain tidak ada lagi aliran yang tidak beraturan.

3.4. Tahap Analisis

Tahap analisis yang dilakukan adalah menganalisis secara keseluruhan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, serta mempertimbangkan kembali keputusan perubahan tata letak yang telah diambil.

Kesimpulan dan saran adalah tahap terakhir dari penelitian ini, dimana dari hasil penelitian secara keseluruhan ditarik suatu kesimpulan dan memberikan saran-saran yang bermanfaat untuk perusahaan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Data Umum Perusahaan

4.1.1. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan

a. Filosofi Perusahaan

UTAX – Your Office Partner

Semboyan ini mengemukakan nilai-nilai yang berhubungan dengan keandalan (*reliability*), profesionalisme dan kompetensi, yang jelas berhubungan dengan kelanjutan komunikasi dengan mitra bisnis.

Hubungan dengan mitra akan berlanjut dan sukses karena berdasarkan pada kepercayaan timbal balik, kewajiban dan tentu saja komunikasi. Istilah “*partnership*” bukan hanya merupakan sebuah kata, bagi kita itu adalah basis kerja untuk kerja sama yang sukses dengan penyalur (*dealers*). *UTAX-brand* menjadi suatu kekuatan yang terpercaya di pasaran. Ini didasarkan pada dekade pengalaman dan keahlian dari mitra bisnis mengkombinasikan posisi yang benar dari jangkauan produk.

Permintaan mengenai kualitas dan pelayanan sangat tinggi, keduanya ditujukan untuk kita dan mitra kita. Kita menawarkan program pendukung yang berbeda untuk memungkinkan mitra bisnis mengetahui kebutuhan kita. Program ini mengacu pada pelatihan dan pendidikan seperti pendukung pemasaran.

b. Kebijakan Perusahaan

Kemajuan dan perkembangan UTAX sekarang ini sangat tergantung pada mutu dan kualitas produk yang super/tinggi yang diproduksi oleh karyawan. Untuk meyakinkan bahwa UTAX secara umum memimpin standar industri dan untuk temu kepuasan pelanggan.

c. Komitmen Perusahaan

- Standar kualitas produk yang tinggi dan kesadaran biaya.
- Pengiriman yang tepat waktu dan pelayanan bisnis yang berkualitas.
- Mengutamakan teknik produk, manufaktur terbaru dan sistem operasi.
- Pertemuan hukum internasional dan spesifikasi produk
- Meningkat dari waktu ke waktu untuk mencapai efisiensi maksimum.
- Kesadaran lingkungan

d. Sejarah Perusahaan

- 1961 : Penetapan nama perusahaan yaitu Electronic-Büromaschinen-Vertriebs GmbH, Hamburg.
- 1967 : Pengembangan jaringan jalur penjualan untuk komunikasi kantor.
- 1968 : Pengenalan tentang merk dagang UTAX.
- 1977 : Memulai konsep OEM (kerjasama pertama dengan MITA).
- 1983 : Memulai konsep penjualan internasional.
Memulai memformat program dengan *first A2-machine*.
- 1984 : Dimulai perdagangan dengan distributor asing.
- 1989 : Penetapan anak perusahaan UTAX UK dengan batas penyerahan *first A0-system*. Konstruksi gedung baru perusahaan (basis untuk perluasan nasional dan internasional).
- 1991 : Pengenalan tentang teknologi digital.
- 1993 : Pelengkapan perusahaan dengan pelayanan dan pusat pelatihan.
- 1996 : Penjualan produk UTAX lebih dari 40 negara-negara Eropa, Afrika dan Timur Tengah.
- 1999 : Diambil alih oleh TA Triumph-Adler AG, memulai dua buah strategi perdagangan.
- 2001 : Pengenalan tentang jangkauan pencetakan.
- 2002 : Konstruksi dari *new CeBIT booth*.
- 2003 : Pencapaian internet baru tentang pengenalan konsep halaman yang berharga *UTAX CONSULTING acquisition of Kühling Consulting GmbH, Dortmund*.
- 2004 : Memulai penjualan dengan mengganti sistem *Kühling Consulting GmbH, Dortmund* ke *UTAX DocForms GmbH*.

2006 : Mengatur kembali dengan menggabungkan perusahaan *Anders+Kern* dengan sistem presentasi:

- Divisi dokumen *output* dan *consulting*
- Divisi *Presentation and Media Technology*

Dengan terlebih dulu mencapai *CeBIT UTAX, TA Triumph-Adler and Anders+Kern*

PT. UTAX Indonesia adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi Kawat Bra (*Bra Wire*), produk *Bra Wire* ini diproduksi setiap hari dan dalam jumlah yang tidak sedikit, tergantung banyaknya order *Make to Order*).

PT. UTAX Indonesia terletak di Jl. Surya Nusa I, Kav B1-B4. Kawasan Industri Surya Cipta. Ciampel, Karawang. Jawa Barat 41361. Tel 0267-86100200, Fax. 0267-8610156. Perusahaan ini menempati lahan seluas $\pm 1500 \text{ m}^2$, sedangkan luas lokasi yang dipergunakan untuk bangunan produksi dan administrasi adalah $\pm 1000 \text{ m}^2$, yang terbagi atas tempat parkir, pos keamanan, musholla, kantin, ruang produksi, ruang generator, penampungan limbah, tempat bahan baku dan barang jadi, locker, toilet dan lain-lain.

Beberapa alasan pemilihan lokasi perusahaan tersebut diantaranya adalah dekat dengan lokasi tersedianya bahan baku, ketersediaan tenaga kerja, strategis untuk kawasan yang khusus diperuntukkan bagi perindustrian serta adanya faktor penunjang (air, listrik, telepon).

4.1.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi PT. UTAX Indonesia disajikan dalam lampiran 1. setiap jabatan memiliki kewenangan dan tanggung jawab, dimana pimpinan cabang dipegang oleh *General Manager*. Gambaran tugas yang terdapat dalam struktur organisasi PT. UTAX Indonesia antara lain:

1. General Manager

Secara universal tugas dan wewenang seorang *General Manager* adalah memimpin dan mengarahkan seluruh kegiatan perusahaan,

mengadakan hubungan dengan perusahaan lain, mengetahui semua masalah yang dihadapi setiap bagian yang ada dalam perusahaan serta meminta informasi dari setiap bagian yang ada dalam perusahaan untuk mencapai performansi yang tinggi dalam menghasilkan produk berkualitas dengan jaminan sistem mutu yang selalu terjaga dan dilaksanakan secara konsisten.

2. *Production*

Bagian produksi bertanggung jawab untuk mengatur dan mengawasi kegiatan yang berhubungan dengan kegiatan produksi dan mengambil tindakan untuk kelancaran jalannya operasi. Fungsi pokok dari bagian ini adalah merencanakan, mengkoordinir, mengarahkan dan mengendalikan kegiatan proses produksi yang meliputi: Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan sering disebut dengan PPIC (*Planning Production and Inventory Control*), produksi, gudang, teknik dan pengemasan (*purchasing*) untuk mendukung proses pencapaian sasaran perusahaan baik jangka panjang maupun jangka pendek.

3. *Quality Control*

Bagian *Quality Control* bertugas untuk mengawasi analisa produksi dan memeriksa bahan baku, bahan tambahan, produk jadi serta bahan pengemas demi kelancaran dan kelangsungan aktivitas perusahaan.

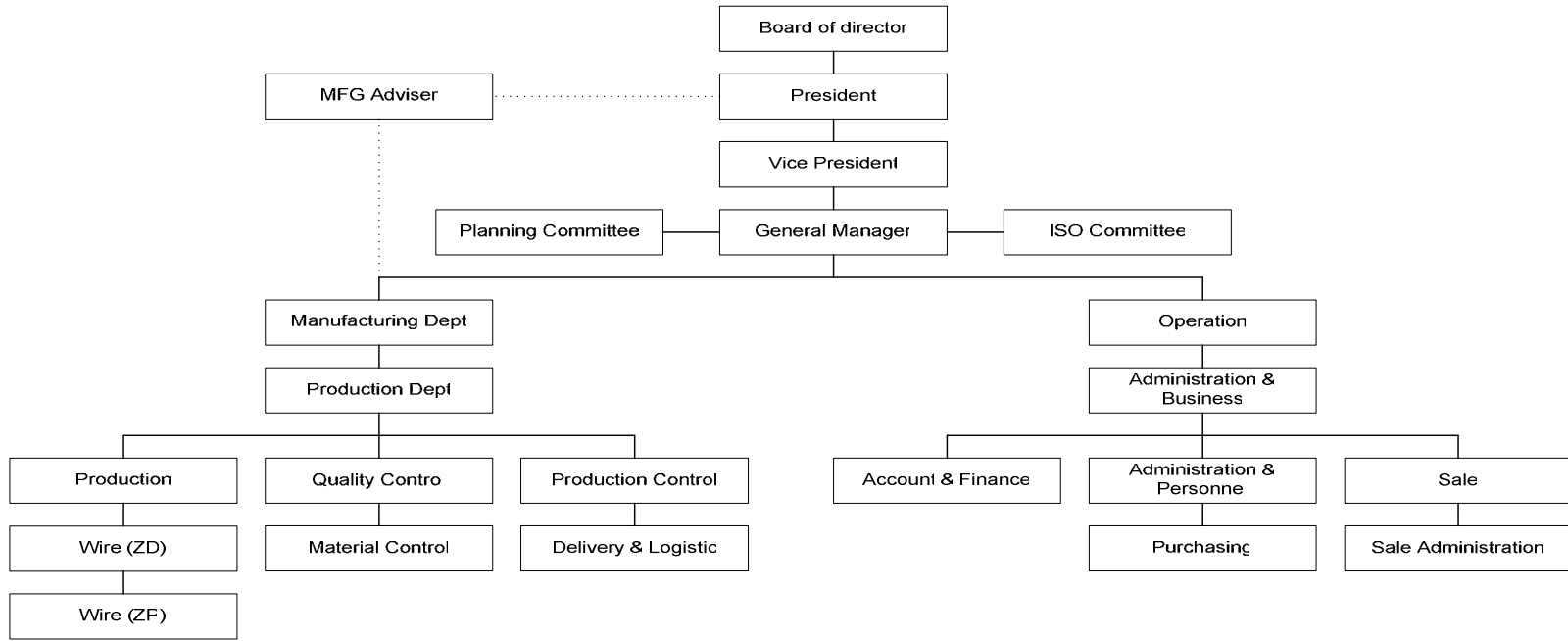
4. *Account and Finance*

Bagian *Account and Finance* bertugas untuk mengawasi kegiatan yang berhubungan dengan pengeluaran dan pemasukan uang.

5. *Administration and Personnel*

Bagian *Administration and Personnel* bertugas untuk menyusun laporan dan manajemen bidang umum, mengatur kelancaran personalia, merencanakan, mengatur dan melaksanakan pengawasan tugas tata usaha serta urusan karyawan.

PT. UTAX INDONESIA ORGANIZATION CHART



Gambar 4.1. Struktur organisasi PT. UTAX Indonesia

4.2. Data Produksi

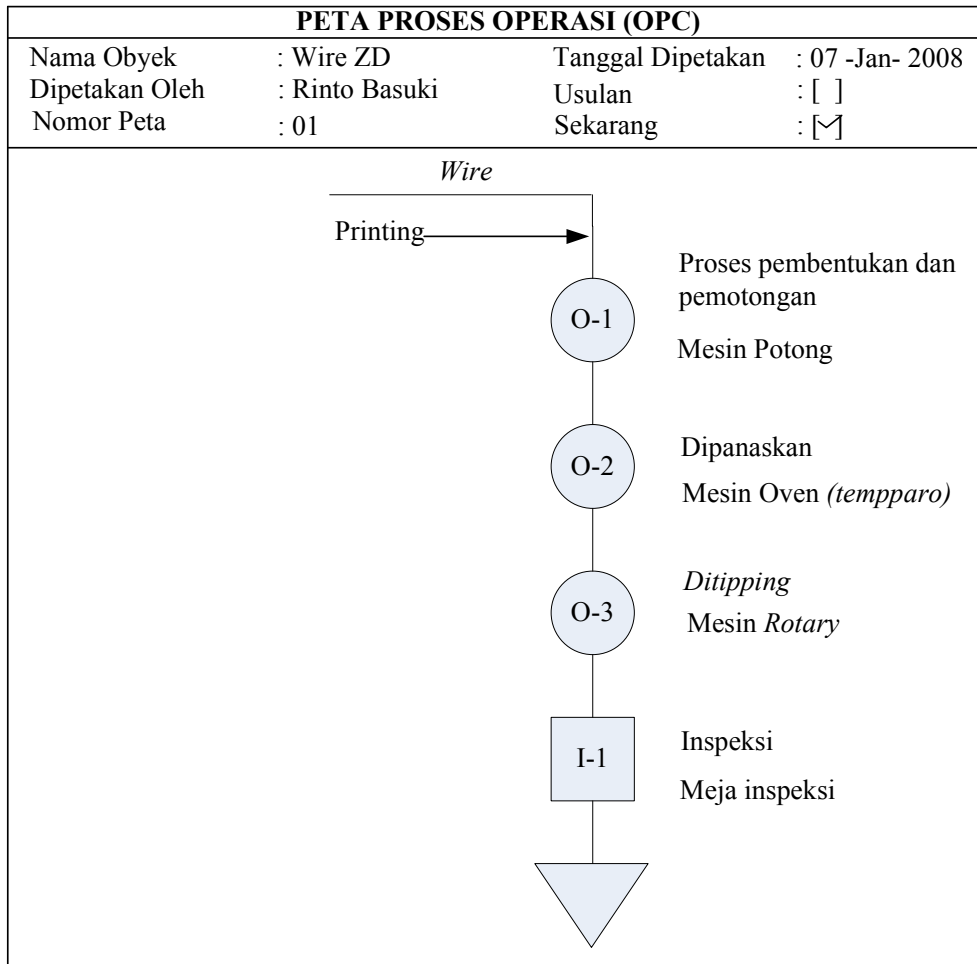
Data-data yang dikumpulkan berdasarkan hasil observasi, wawancara dan studi arsip yang ada di PT. UTAX Indonesia adalah:

1. Proses pembuatan produk (OPC).

PT. UTAX Indonesia memproduksi *Bra Wire*, *Bra Wire* yang diproduksi ada 2 jenis yaitu *ZD Wire*, dan *ZP Wire*. Agar lebih jelas tentang proses pembuatan kedua jenis produk tersebut, maka prosesnya dapat digambarkan dalam Peta Proses Operasi (OPC) berikut ini.

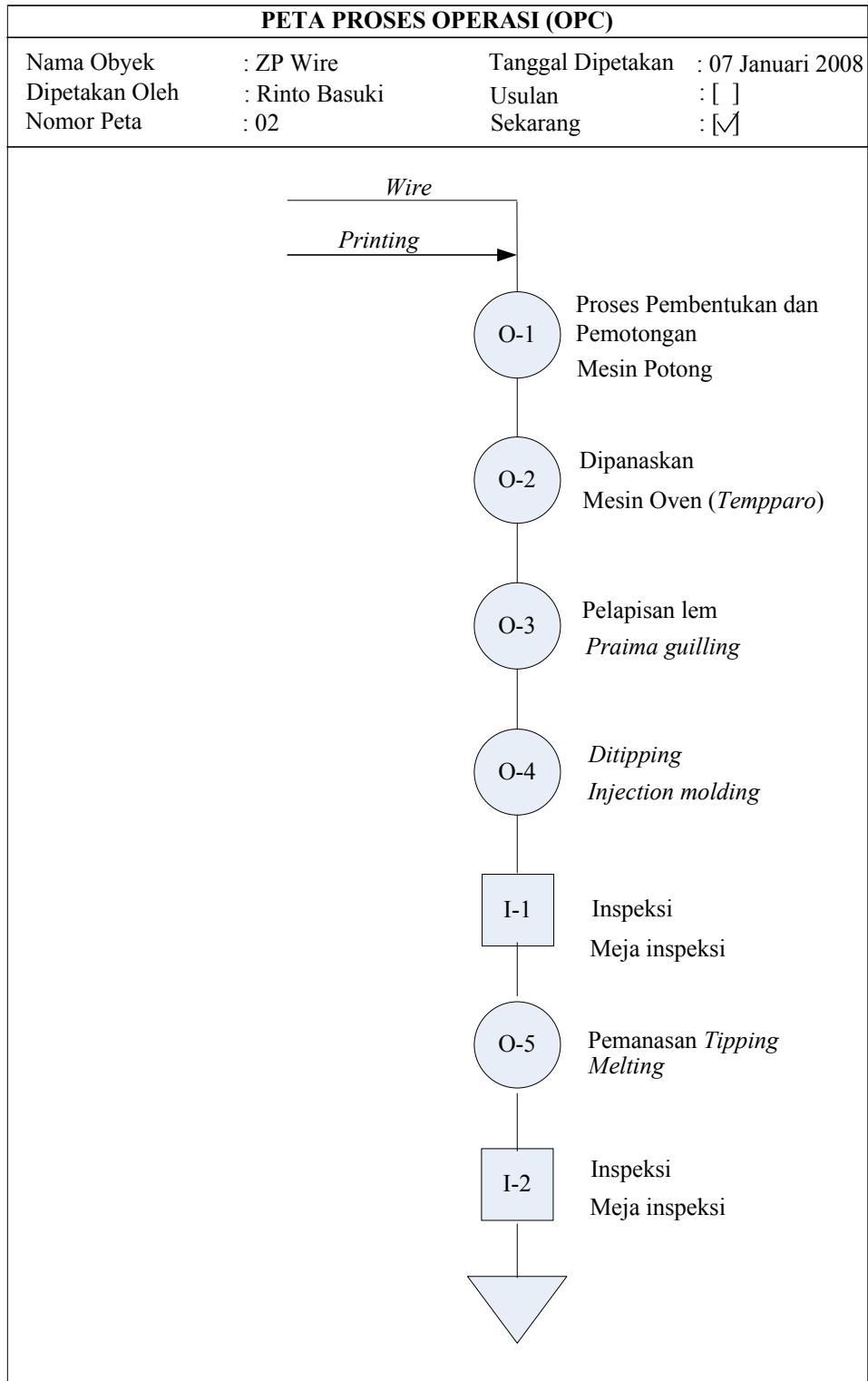
a. *ZD Wire*

Peta proses operasi *ZD Wire*.



Gambar 4.2. OPC ZD Wire

b. Peta proses operasi ZP Wire



Gambar 4.3. OPC ZP Wire

2. Mesin atau fasilitas lantai produksi PT. UTAX Indonesia,
 Mesin atau fasilitas yang ada di lantai produksi PT. UTAX Indonesia saat ini berjumlah 32 buah. Tetapi tidak semua mesin/fasilitas tersebut digunakan untuk proses produksi, karena produk yang diproduksi saat ini hanya 2 jenis produk. Sedangkan mesin/fasilitas yang lain hanya digunakan kadang-kadang saja yaitu ketika ada permintaan. Data mengenai mesin/fasilitas lantai produksi PT. UTAX Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut,
- a. Mesin/fasilitas yang digunakan untuk memproduksi 2 jenis produk.

Tabel 4.1. Mesin/fasilitas yang digunakan untuk memproduksi 2 produk

No	Mesin/fasilitas	Jumlah	Jenis produk
1	Gudang	1	Semua produk
2	Dudukan <i>wire roll</i>	6	Semua produk
3	Mesin <i>cutting</i>	6	Semua produk
4	Mesin pemanas	2	Semua produk
5	Mesin <i>rotary</i>	4	ZD Wire
6	<i>Injection molding</i>	4	ZP Wire
7	<i>Praima guilling</i>	2	ZP Wire
8	<i>CapMelting</i>	2	ZP Wire
10	Mesin printing	6	Semua produk
Jumlah		33	

b. Mesin/fasilitas lain yang ada di lantai produksi.

Tabel 4.2. Mesin/fasilitas lain yang ada di lantai produksi

No	Mesin/fasilitas	Jumlah
1	Meja <i>maintenance</i>	1
2	<i>Mill drill</i>	1
3	Lemari perkakas	1
4	Mesin las	1
5	Rak sparepart	1
6	<i>Office</i>	1
7	Musollah	1
8	Toilet	2
Total		9

Data lain yang dibutuhkan untuk merancang tata letak yang baru adalah ukuran pabrik dan ukuran dari mesin/fasilitas yang ada di lantai produksi, baik yang digunakan untuk memproduksi kedua jenis produk maupun yang tidak. Diketahui ukuran pabrik adalah 48,0 m x 23,0 m dan ukuran lantai produksi adalah 35 m x 23,0 m termasuk toilet dan gudang. Sedangkan data tentang ukuran mesin/fasilitas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3. Ukuran semua mesin/fasilitas yang ada di lantai produksi

No	Nama Mesin/fasilitas	Jumlah	Panjang	Lebar	Luas (m ²)
1	Gudang	1	23	6	138
2	Dudukan <i>wire roll</i>	6	0,9	0,8	4,32
3	Mesin <i>cutting</i>	6	0,8	0,7	3,36
4	Mesin pemanas	2	2,9	1,7	9,86
5	Mesin <i>rotary</i> besar	2	2	2	8
6	Mesin <i>rotary</i> kecil	2	2	1,5	6
7	<i>Injection molding</i> besar	2	1,8	1,1	3,96
8	<i>Injection molding</i> kecil	2	1,5	0,9	2,7
9	<i>Gluing Praction</i>	2	2,6	0,6	3,12
10	<i>Cap Melting</i>	2	2,6	0,6	3,12
11	Meja inspeksi	6	1,5	0,7	6,3
12	Mesin printing	6	1,5	0,9	8,1
13	Meja <i>wire</i>	8	1,5	0,9	10,8
14	Box <i>wire</i>	9	0,6	0,42	2,268

Lanjutan tabel 4.3.

15	Meja <i>maintenance</i>	1	2	0,8	1,6
16	Gergaji listrik + las	1	1,1	0,6	0,66
17	Lemari perkakas	1	1	0,6	0,6
18	Rak <i>sparepart</i>	1	1,85	0,6	1,11
19	<i>cheller</i>	1	1	1	1
20	<i>Challanger</i> besar	1	0,85	0,70	0,595
21	<i>Challanger</i> kecil	2	0,5	0,65	0,65
22	<i>Hooper</i>	3	0,5	0,5	0,75
23	<i>Rappid crush</i>	2	0,6	0,5	0,6
24	<i>Auto loader</i>	2	0,4	0,3	0,24
25	<i>Temperatur Control</i>	2	0,25	0,45	0,225
21	<i>Office</i>	1	6	3	18
22	Musollah	1	9	5,5	49,5
23	Toilet	2	7	5,5	77
Jumlah mesin/fasilitas		74	Total luas		361,682

3. Data ongkos *material handling*.

Biaya *material handling* adalah biaya upah operator (mulai dari meninggalkan mesin produksi sampai kembali lagi ke mesin produksinya termasuk waktu *load* dan *unload*). Alat *material handling* yang digunakan di PT. UTAX Indonesia adalah *hand lift*, *trolley* dan manusia. Walaupun begitu tidak ada operator khusus yang bertugas untuk melakukan kegiatan *material handling*, kegiatan *material handling* dilakukan oleh operator-operator mesin produksi secara fleksibel.

Seluruh kegiatan *material handling* yang terjadi di lantai produksi PT. UTAX Indonesia dilakukan oleh manusia, kecuali untuk mengangkat bahan baku *material* dari gudang ke lantai produksi atau sebaliknya mengangkat produk jadi dari proses terakhir ke gudang dilakukan dengan *hand lift* dan *trolley*. Dalam hal ini kegiatan *material handling* yang dilakukan dengan *trolley* adalah dari mesin oven ke mesin tipping (Rotary, injection molding, Pragma and Melting), dari mesin tipping ke meja inspeksi, dari meja inspeksi ke *package(storage)*, kapasitas *trolley* adalah diatas 15 kg.

Sedangkan *material handling* yang dilakukan dengan *hand lift* hanya dari gudang ke mesin cutting dan dari *package (storage)* ke gudang dengan kapasitas diatas 350 Kg.

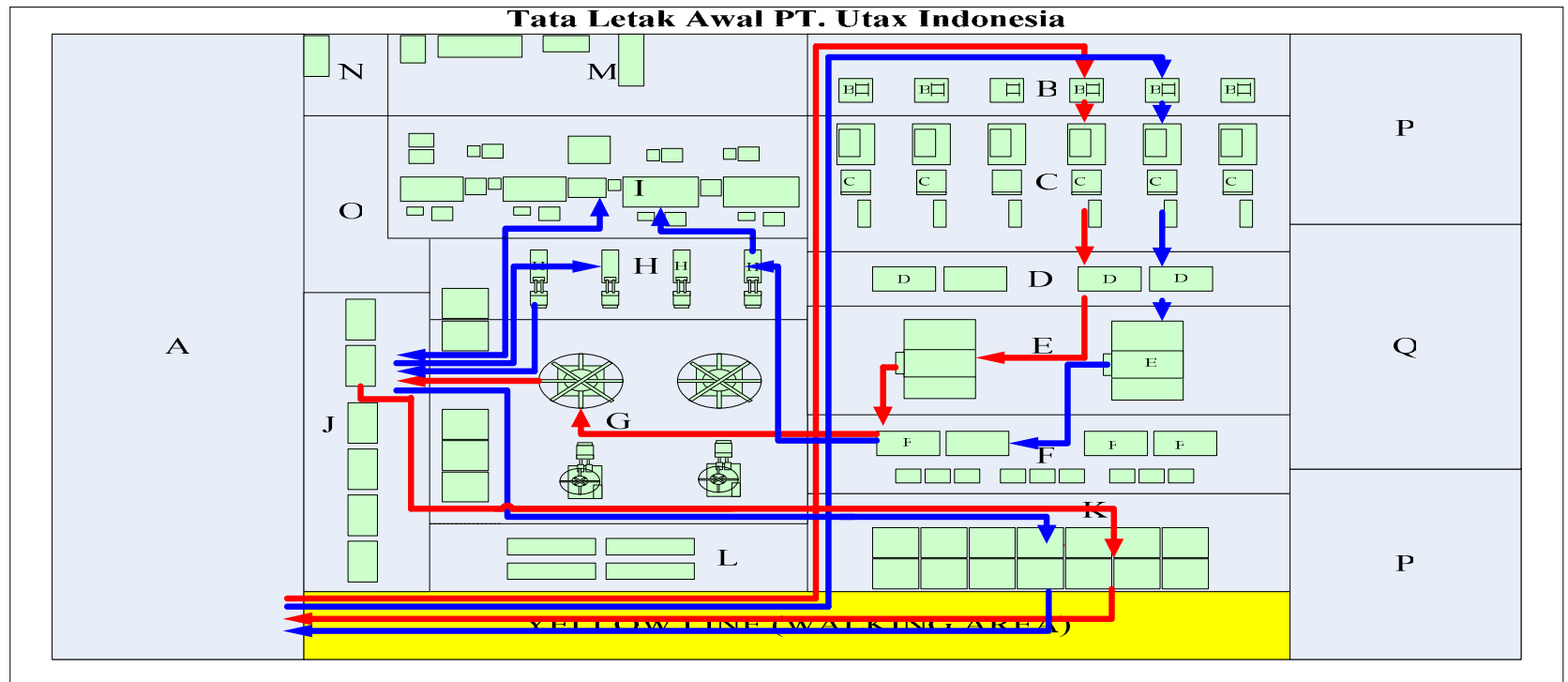
Kegiatan *material handling* dengan manusia adalah untuk bahan setengah jadi dengan kapasitas 0 sampai 10 kg. Pada proses produksi, kapasitas *material handling* adalah kapasitas produk setengah jadi yang beratnya $\pm 2,5$ kg.

Data-data lain untuk mengetahui ongkos *material handling* adalah:

- Upah operator Rp 12/pcs dengan produksi 1 minggu ± 13300 pcs.
- Dengan ketentuan 1 minggu = 5 hari kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja.
- Biaya pembelian *hand lift* Rp 2.000.000,- dan usia *hand lift* 3 tahun.
- Kecepatan *material handling* dengan *hand lift* merupakan kecepatan rata-rata operator berjalan mendorong *hand lift* termasuk waktu *load* dan *unload* yaitu sebesar 10 detik/meter.
- Biaya pembelian *trolley* Rp 200.000,- dan usia *trolley* 1 tahun.
- Kecepatan *material handling* dengan *trolley* merupakan kecepatan rata-rata operator berjalan mendorong *trolley* termasuk waktu *load* dan *unload* yaitu sebesar 6 detik/meter.
- Kecepatan *material handling* dengan manusia merupakan kecepatan rata-rata operator berjalan membawa beban yaitu 3 detik/meter.

4. Tata letak awal PT. UTAX Indonesia.

Data lain yang dibutuhkan untuk merancang ulang tata letak dan menghitung total ongkos *material handling* adalah tata letak awal perusahaan.



Gambar 4.4. Tata letak awal PT. UTAX Indonesia.

Keterangan :

A. Gudang

B. Dudukan *wire roll*

C. Mesin *cutting*

D. Meja *wire 1*

E. Mesin *temparo*

F. Meja *wire 2*

G. Mesin *Rotary*

H. *Praima & Cap Melting*

I. *Injection Molding*

J. Meja Inspeksi

K. *Package(storage)*

L. *Storage*


M. Maintenance


N. *Washtafel*

O. *Office*

P. *Toilet*

Q. Musollah

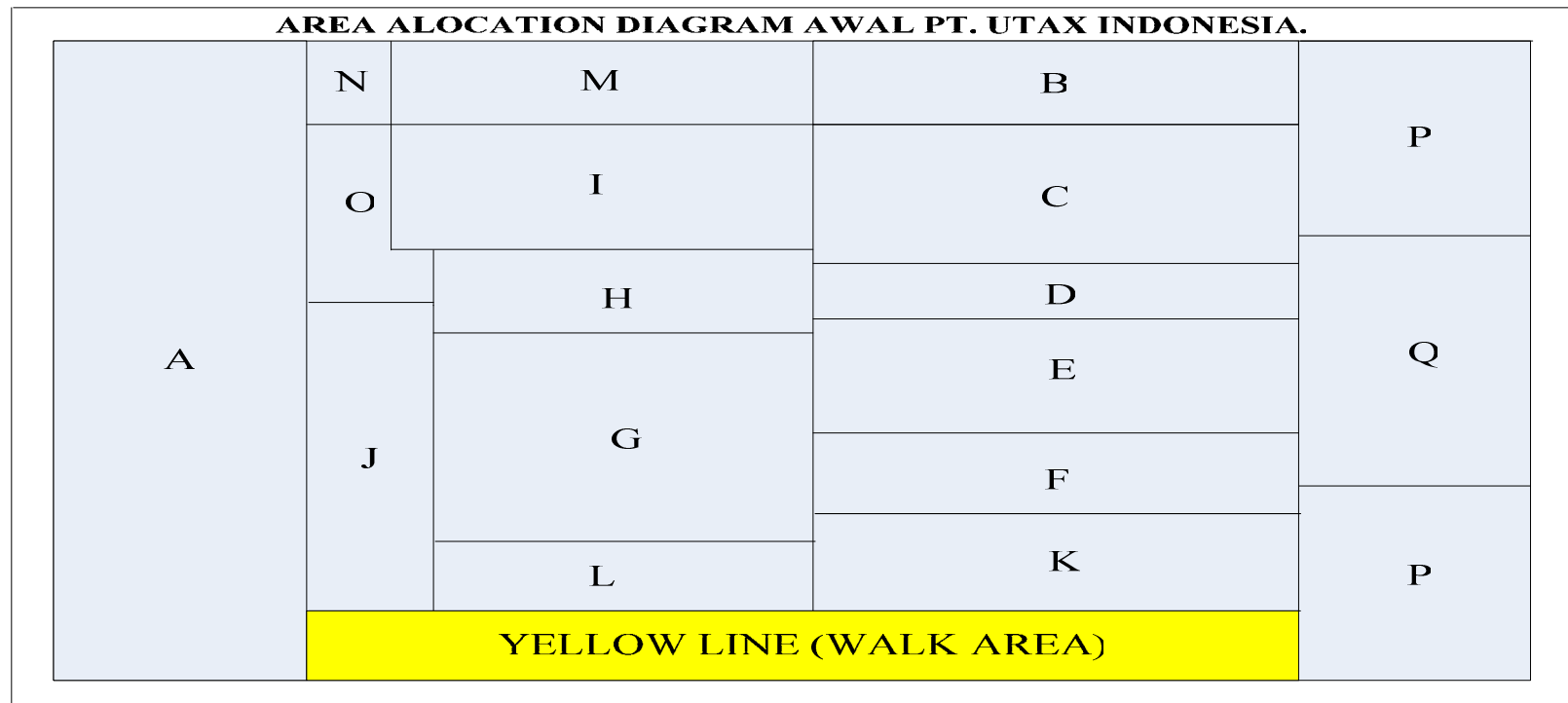
 : aliran *material ZD wire*

 : aliran *material ZP wire*

5. Area Allocation Diagram (AAD) awal.

Selain untuk melihat pemanfaatan area, AAD juga digunakan untuk mengetahui jarak antar departemen yaitu dengan menghitung titik koordinat masing-masing departemen.

Gambar berikut adalah AAD awal PT. UTAX Indonesia.



Gambar 4.5. AAD awal PT. UTAX Indonesia.

4.3. Pengolahan data

Pengolahan data yang dilakukan adalah merancang tata letak baru dari lantai produksi PT. UTAX Indonesia. Alasan dilakukan rancangan ulang tata letak adalah untuk mengoptimalkan aliran *material*.

4.3.1. Ongkos *Material Handling* Tata Letak Awal.

Untuk menghitung ongkos *material handling* dibutuhkan beberapa data diantaranya ongkos *material handling* per meter gerakan, frekuensi aliran *material*, jarak antar departemen, tata letak pabrik dan lain-lain.

1. Ongkos *material handling* per meter gerakan.

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa kegiatan *material handling* di lantai produksi PT. UTAX Indonesia dilakukan dengan 3 alat yaitu *hand lift*, *trolley* dan manusia, berarti ongkos *material handling* per meter gerakannya berbeda. Perhitungan lengkapnya adalah sebagai berikut:

a. Ongkos *material handling* dengan *hand lift*.

- Biaya depresiasi *trolley* (asumsi: garis lurus) per detik adalah:

$$\frac{\text{Rp } 2000000}{3 \text{ tahun} \times 52 \text{ minggu} \times 5 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}} = \text{Rp } 0,089/\text{detik}$$

- Upah operator 1 minggu: Rp 12/pes x 13300 pes = Rp 159600

- Total upah operator per detik: $\frac{\text{Rp } 159600}{5 \times 8 \times 60 \times 60} = \text{Rp } 1,1083 /\text{detik}$

- Maka biaya *material handling* per detik adalah:

= total gaji operator per detik + biaya depresiasi *hand lift* per detik

= Rp 1,1083 + Rp 0,089 = Rp 1,1973 /detik

- Jadi besarnya ongkos *material handling* menggunakan *hand lift* adalah

= kecepatan *material handling* detik/m x biaya *material handling* /detik

= 10 detik/meter x Rp 1,1973 /detik = **Rp 11,973 /meter.**

b. Ongkos *material handling* dengan *trolley*.

- Biaya depresiasi *trolley* (asumsi: garis lurus) per detik adalah:

$$\frac{\text{Rp } 200000}{1 \text{ tahun} \times 52 \text{ minggu} \times 5 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}} = \text{Rp } 0,0267 / \text{detik}$$

- Upah operator 1 minggu: Rp 12/pcs x 13300 pcs = Rp 159600
- Total upah operator per detik: $\frac{\text{Rp } 159600}{5 \times 8 \times 60 \times 60} = \text{Rp } 1,1083 / \text{detik}$
- Maka biaya *material handling* per detik adalah:
= total gaji operator per detik + biaya depresiasi *trolley* per detik
= Rp 1,1083 + Rp 0,0267 = Rp 1,135 /detik
- Jadi besarnya ongkos *material handling* menggunakan *trolley* adalah
= kecepatan *material handling* detik/m x biaya *material handling* /dtk
= 15 detik/meter x Rp 1,135 /detik = **Rp 17,025 /meter.**

c. Ongkos *material handling* dengan manusia.

- Upah operator 1 minggu: Rp 12/pcs x 13300 pcs = Rp 159600
- Total upah operator per detik: $\frac{\text{Rp } 159600}{5 \times 8 \times 60 \times 60} = \text{Rp } 1,1083 / \text{detik}$
- Jadi besarnya ongkos *material handling* menggunakan manusia adalah
= kecepatan *material handling* detik/m x biaya *material handling* /dtk
= 3 detik/meter x Rp 1,1083 /detik = **Rp 3,325 /meter.**

2. Frekuensi aliran *material*.

- Frekuensi aliran *material* dihitung untuk kedua jenis produk, Frekuensi aliran dihitung untuk 1 hari (8 jam) dengan asumsi produksi ZD Wire adalah normal (± 13300 pcs per hari dengan 1 mesin).
- Dari gudang ke meja potong frekuensi aliran adalah 1 kali sehari dengan berat bahan baku 250 kg. Karena mesin potong ada 6 buah maka kebutuhan bahan baku adalah $6 \times \pm 250$ kg untuk produksi 13300 pcs ZD Wire per hari.

- Dari mesin potong ke meja *wire I* frekuensi aliran adalah 38 kali

$$\text{Dimana } \frac{13300}{350} = 38 \quad \text{set up good qty mesin} = \pm 350 \text{ pcs}$$

- Dari meja potong ke mesin *temparo* frekuensi aliran adalah 19 kali, karena sekali perpindahan berat *material* ± 2 kg. Untuk produksi ZD/ZP Wire 13300 pcs per hari dengan 1 mesin membutuhkan bahan baku ± 38 kg. Jadi untuk 1 mesin 19 kali perpindahan *material*.

$$\begin{aligned} f(\text{meja } \textit{wire I} \text{ ke } \textit{temparo}) &= \frac{38}{2} \\ &= 19 \end{aligned}$$

- Dari meja *wire II* ke mesin *rotary* (untuk produk ZD) atau dari meja *wire II* ke *gluing praima* (untuk produk ZP) frekuensi aliran adalah 2 kali karena perpindahan produk ke mesin *rotary* atau *gluing praima* dilakukan setelah proses pemanasan selesai, sekali perpindahan adalah 1 box (7000 pcs).
- Dari mesin *gluing praima* ke mesin *injection molding* (produk ZP) frekuensi aliran adalah 2 kali.
- Baik dari mesin *rotary* atau dari mesin *injection molding* ke meja inspeksi masing-masing memiliki frekuensi aliran yang sama yaitu 3 kali, karena sekali perpindahan adalah 1 box (4500 pcs).
- Dari meja inspeksi ke mesin *cap melting* atau sebaliknya (produk ZP) memiliki frekuensi aliran 3 kali, karena sekali perpindahan adalah 1 box (4500 pcs).
- Dari meja inspeksi ke *storage/package* frekuensi perpindahan adalah 1 kali, karena perpindahan produk ke *storage/package* dilakukan setelah semua proses produksi selesai.

Frekuensi aliran *material* kedua jenis produk untuk tata letak awal dan usulan direkap dalam tabel berikut: Frekuensi aliran *material* kedua jenis produk untuk tata letak awal dan usulan direkap dalam tabel berikut:

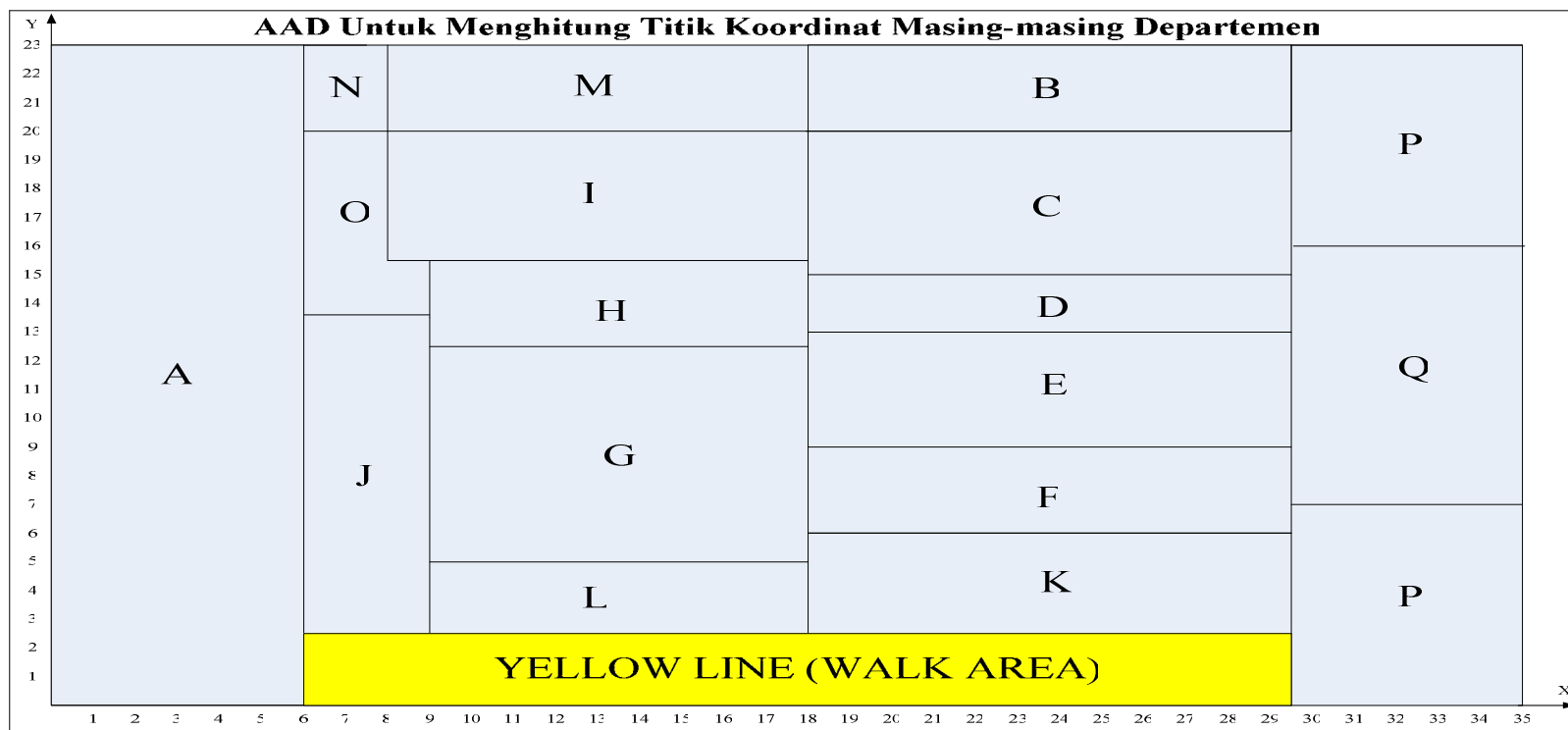
Tabel 4.4. Frekuensi aliran *material* untuk tata letak awal.

FREKUENSI ALIRAN <i>MATERIAL</i> TATA LETAK AWAL DAN USULAN														
Kode		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	Gudang		HL 1											
B	Dudukan <i>wire roll</i>			MS 1										
C	Mesin potong				MS 38									
D	Meja <i>wire 1</i>					MS 19								
E	Mesin pemanas						MS 19							
F	Meja <i>wire 2</i>							TR 2	TR 2					
G	Mesin <i>rotary</i>										TR 3			
H	<i>Praima & Melting</i>								TR 2	TR 3				
I	<i>Injection molding</i>									TR 3				
J	Meja inspeksi								TR 3			TR 1		
K	<i>Package (storage)</i>	HL 1												
L	<i>Storage</i>													
M	<i>Maintenance</i>													

Keterangan : HL = *Hand lift* MS = *Manusia* TR = *Trolley*

3. Jarak antar departemen.

Untuk menghitung total ongkos *material handling* yang terjadi di lantai produksi PT. UTAX Indonesia, terlebih dahulu harus diketahui jarak antar departemen. Sedangkan perhitungan jarak dihitung dengan jarak *rectilinear*, maka harus diketahui titik koordinat dan titik pusat dari masing-masing departemen. Gambar berikut adalah dasar dan alat bantu untuk menghitung titik koordinat masing-masing departemen.



Gambar 4.6. AAD awal untuk menghitung titik koordinat .

Titik koordinat dari masing-masing departemen yang ada di lantai produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Titik koordinat masing-masing departemen tata letak awal.

No	Nama Departemen	Panjang (m)	Lebar (m)	Titik Koordinat				Titik Pusat	
				X _a	X _b	Y _a	Y _b	X	Y
A	Gudang	23,00	6,00	0,00	6,00	0,00	23,00	3,00	11,50
B	Dudukan <i>wire roll</i>	11,50	3,00	18,00	29,50	20,00	23,00	23,75	21,50
C	Mesin potong (cutting)	11,50	5,00	18,00	29,50	15,00	20,00	23,75	17,50
D	Meja <i>wire 1</i>	11,50	2,00	18,00	29,50	13,00	15,00	23,75	14,00
E	Mesin pemanas (<i>temparo</i>)	11,50	4,00	18,00	29,50	9,00	13,00	23,75	11,00
F	Meja <i>wire 2</i>	11,50	3,00	18,00	29,50	6,00	9,00	23,75	7,50
G	Mesin <i>rotary</i>	9,00	7,50	9,00	18,00	5,00	12,50	13,50	8,75
H	<i>Gluing Preama+ Cap Melting</i>	9,00	3,00	9,00	18,00	12,50	15,50	13,50	14,00
I	<i>Injection molding</i>	10,00	4,50	8,00	18,00	15,50	20,00	13,00	17,75
J	Meja inspeksi	11,00	3,00	6,00	9,00	2,50	13,50	7,50	8,00
K	<i>Package (storage)</i>	11,50	3,50	18,00	29,50	2,50	6,00	23,75	4,25
L	<i>Storage</i>	9,00	2,50	9,00	18,00	2,50	5,00	13,50	3,75
M	<i>Maintenance</i>	10,00	3,00	8,00	18,00	20,00	23,00	13,00	21,50
N	<i>Washtoffel</i>	3,00	2,00	6,00	8,00	20,00	23,00	7,00	21,50
O	<i>Office</i>	6,50	2,00	6,00	8,00	13,50	20,00	7,00	16,75
P1	<i>Toilet 1</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	16,00	23,00	32,25	19,50
P2	<i>Toilet 2</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	0,00	7,00	32,25	3,50
Q	<i>Mosque</i>	9,00	5,50	29,50	35,00	7,00	16,00	32,25	11,50
YL	<i>Yellow line</i>	23,50	2,50	6,00	29,50	0,00	2,50	17,75	1,25

Dari koordinat titik pusat masing-masing departemen, maka dihitung jarak antar departemen sebagai berikut :

$$\text{Jarak dept. A ke B} = (\text{titik pusat } X_B - \text{titik pusat } X_A) + (\text{titik pusat } Y_B - \text{titik pusat } Y_A)$$

$$= (23,75 - 3) + (21,5 - 11,5) \\ = 30,75 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen B ke C} = (23,75 - 23,75) + (21,5 - 17,5) \\ = 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen C ke D} = (23,75 - 23,75) + (17,5 - 14) \\ = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen D ke E} = (23,75 - 23,75) + (14 - 11) \\ = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen E ke F} = (23,75 - 23,75) + (11 - 7,5) \\ = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen F ke G} = (23,75 - 13,5) + (8,75 - 7,5) \\ = 11,50 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen F ke H} = (23,75 - 13,5) + (14 - 7,5) \\ = 16,75 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen G ke J} = (13,5 - 7,5) + (8,75 - 8) \\ = 6,75 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar departemen H ke I} = (13,5 - 13) + (17,75 - 14) \\ = 4,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke J} &= (13,5 - 7,5) + (14 - 8) \\ &= 12,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen I ke J} &= (13 - 7,5) + (17,75 - 8) \\ &= 15,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke H} &= (13,5 - 7,5) + (14 - 8) \\ &= 12,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke K} &= (23,75 - 7,5) + (8 - 4,25) \\ &= 20,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen K ke A} &= (23,75 - 3) + (11,5 - 4,25) \\ &= 28 \text{ m}\end{aligned}$$

4. Total ongkos *material handling* awal.

Hal terakhir yang dilakukan adalah menghitung total ongkos *material handling* yang terjadi di lantai produksi. Total ongkos *material handling* dihitung untuk 1 hari kerja yaitu selama 8 jam. Dari perhitungan diketahui bahwa total ongkos *material handling* untuk 1 hari adalah sebesar Rp 5366,15

TOTAL ONGKOS MATERIAL HANDLING AWAL						
Dari	Ke	Frekuensi	Alat	OMH (Rp/m)	Jarak (m)	Total (Rp)
Gudang	Dudukan <i>wire roll</i>	1	<i>Hand lift</i>	11,973	30,75	368,17
Dudukan <i>wire roll</i>	Mesin potong	1	Manusia	3,325	4,00	13,30
Mesin potong	Meja <i>wire 1</i>	38	Manusia	3,325	3,50	442,23
Meja <i>wire 1</i>	Mesin pemanas	19	Manusia	3,325	3,00	189,53
Mesin pemanas	Meja <i>wire 2</i>	19	Manusia	3,325	3,50	221,11
Meja <i>wire 2</i>	Mesin rotary	2	<i>Trolley</i>	17,025	11,50	391,58
	<i>Praima & Melting</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	16,75	570,34
Mesin rotary	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	6,75	344,76
<i>Praima & Melting</i>	<i>Injection molding</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	4,25	144,71
	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	12,00	612,90
<i>Injection molding</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	15,25	778,89
Meja inspeksi	<i>Praima & Melting</i>	3	<i>Trolley</i>	17,025	12,00	612,90
	<i>Package (storage)</i>	1	<i>Trolley</i>	17,025	20,00	340,50
<i>Package (storage)</i>	Gudang	1	<i>Hand lift</i>	11,973	28,00	335,24
Total Ongkos Material Handling 1 hari					Rp	5366,15

Tabel 4.7. Total ongkos *material handling* awal.

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa total ongkos *material handling* awal adalah **Rp 5366,15** per hari.

Dalam penelitian tugas akhir ini, diusulkan 3 buah alternatif tata letak baru, dan yang terpilih sebagai tata letak akhir adalah tata letak yang memberikan nilai ongkos paling kecil, kelima alternatif tata letak baru yang diusulkan tersebut adalah:

- a. Tata letak baru dengan perhitungan manual dan *inputnya* adalah tata letak yang sekarang.
- b. Tata letak baru dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak yang sekarang.
- c. Tata letak baru dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak hasil usulan nomor 1.

4.3.2. Tata Letak Usulan Alternatif 1

Alternatif 1 yang dimaksud adalah usulan tata letak baru dengan perhitungan manual dan *inputnya* adalah tata letak yang sekarang (dalam penelitian ini disebut sebagai tata letak awal). Jadi luas departemen dan tata letak departemennya sama dengan tata letak awal.

1. Frekuensi aliran *material*

Untuk semua alternatif tata letak usulan, frekuensi aliran *materialnya* sama dengan frekuensi aliran *material* awal. Frekuensi aliran *material* usulan dapat dilihat pada tabel 4.5.

2. Jarak antar departemen

Karena *input* untuk usulan alternatif 1 ini adalah alternatif awal maka jarak antar departemen usulan ini sama dengan jarak antar departemen awal (lihat tabel 4.7).

3. Total ongkos *material handling input* usulan alternatif 1

Total ongkos *material handling* yang dijadikan *input* untuk usulan tata letak alternatif 1 sama dengan total ongkos *material handling* awal. Untuk lebih jelas lihat tabel 4.8.

4. *From to chart*

From to chart merupakan penggambaran secara keseluruhan tentang ongkos *material handling* yang terjadi, yaitu penggambaran suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju bagian pabrik lainnya. *From to chart* langsung direkap dari Ongkos *material handling* awal.

From to chart dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 *From to chart* usulan alternatif 1

From to chart Usulan Alternatif 1														
Kode		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	O	Total
A	Gudang		368,17											368,17
B	Wire roll			13,30										13,30
C	Mesin potong				442,23									442,23
D	Meja wire 1					189,53								189,53
E	Mesin pemanas						221,11							221,11
F	Meja wire 2							391,58	570,34					961,91
G	Mesin rotary										344,76			344,76
H	PraimaMelting									144,71	612,90			757,61
I	Molding										778,89			778,89
J	Meja inspeksi								612,90			340,50		953,40
K	Package	670,49												670,49
L	Storage													
M	Maintenance													
N	Wash toffel													
O	Office													
Total		670,49	368,17	13,30	442,23	189,53	221,11	391,58	1183,2	144,71	1736,60	340,50		5701,40

5. *Outflow*

Outflow dihitung untuk menentukan skala prioritas yaitu prioritas kedekatan antar departemen.

Outflow dapat di hitung sebagai berikut:

$$\textit{Outflow A ke B} = \frac{(\text{From to chart A ke B})}{(\text{Total From to chart A ke B})}$$

$$= \frac{368,17}{13,30} = 27,68$$

$$\textit{Outflow B ke C} = \frac{13,30}{442,23} = 0,03$$

$$\textit{Outflow C ke D} = \frac{442,23}{189,53} = 2,33$$

$$\textit{Outflow D ke E} = \frac{189,53}{221,11} = 0,86$$

$$\textit{Outflow E ke F} = \frac{221,11}{961,91} = 0,23$$

$$\textit{Outflow F ke G} = \frac{391,58}{344,76} = 1,14$$

$$\textit{Outflow F ke H} = \frac{570,34}{757,61} = 0,75$$

$$\textit{Outflow G ke J} = \frac{344,76}{953,40} = 0,36$$

$$\textit{Outflow H ke I} = \frac{144,71}{778,89} = 0,19$$

$$\textit{Outflow H ke J} = \frac{612,90}{953,40} = 0,64$$

$$\textit{Outflow I ke J} = \frac{778,89}{953,40} = 0,82$$

$$\textit{Outflow J ke H} = \frac{612,90}{757,61} = 0,81$$

$$\textit{Outflow J ke K} = \frac{340,50}{670,49} = 0,51$$

$$\textit{Outflow K ke A} = \frac{670,49}{368,17} = 1,82$$

Tabel berikut adalah hasil perhitungan *outflow*.

OUTFLOW usulan alternatif 1																		
Kode		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P1	P2
A	Gudang		27,68															
B	Dudukan <i>wire roll</i>			0,03														
C	Mesin potong (cutting)				2,33													
D	Meja <i>wire 1</i>					0,86												
E	Mesin pemanas (<i>temparo</i>)						0,23											
F	Meja <i>wire 2</i>							1,14	0,75									
G	Mesin <i>rotary</i>										0,36							
H	<i>Gluing Pرائم+ Melting</i>									0,19	0,64							
I	<i>Injection molding</i>										0,82							
J	Meja inspeksi									0,81		0,51						
K	<i>Package (storage)</i>	1,82																
L	<i>Storage</i>																	
M	<i>Maintenance</i>																	
N	<i>Wash toffel</i>																	
O	<i>Office</i>																	
P1	<i>Toilet 1</i>																	
P2	<i>Toilet 2</i>																	
Q	<i>Mosque</i>																	
YL	Yellow Line																	

Tabel 4.9 *Outflow* usulan alternatif 1

6. Tabel skala prioritas

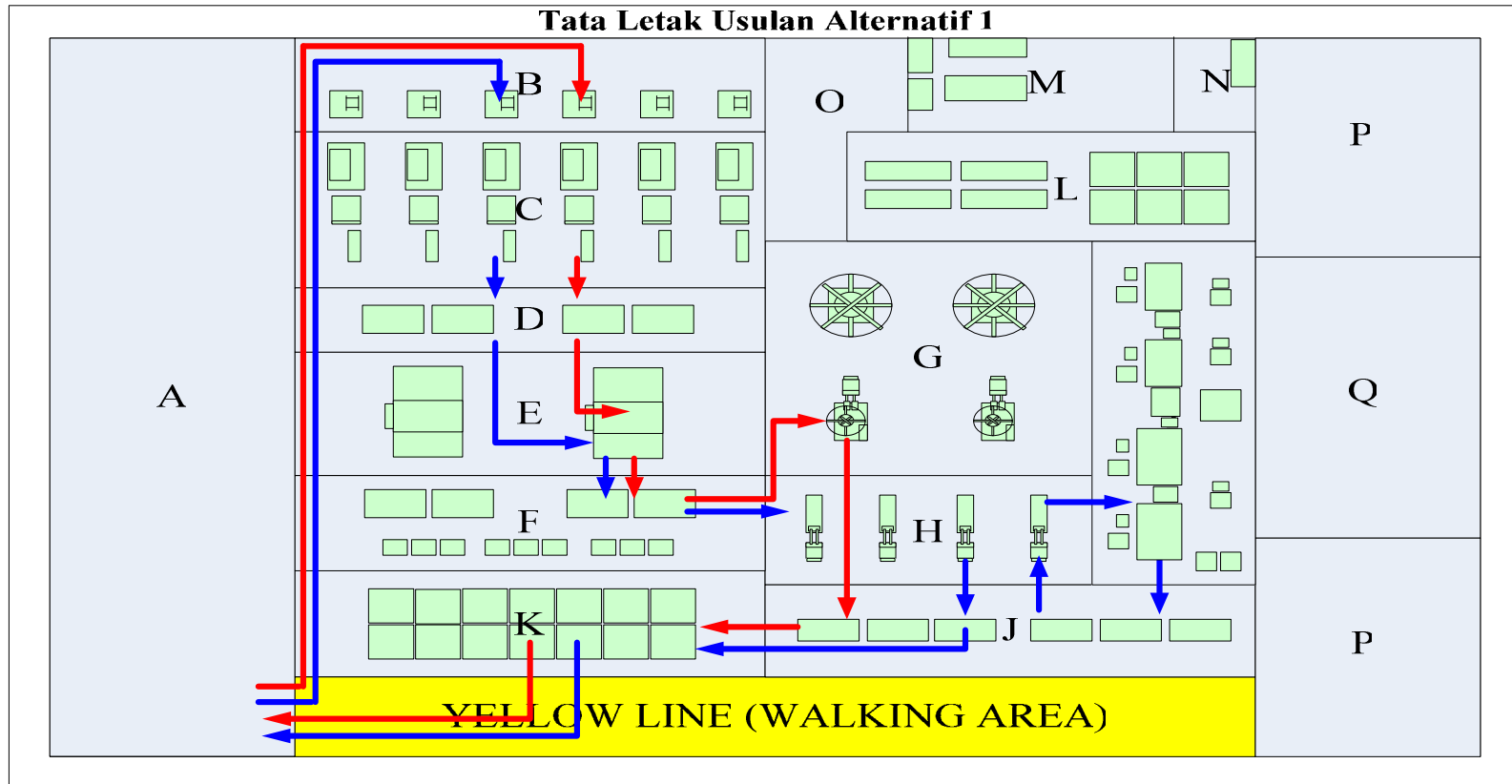
Tabel skala prioritas adalah tabel yang menunjukkan kedekatan departemen berdasarkan koefisien ongkosnya (*outflow*). Departemen yang memiliki koefisien ongkos besar harus didekatkan letaknya. Tabel berikut menunjukkan tabel skala prioritas.

Tabel 4.10 Tabel skala prioritas usulan alternatif 1

Tabel skala prioritas usulan alternatif 1					
Kode	Departemen	1	2	3	4
A	Gudang	B			
B	Dudukan <i>wire roll</i>	C			
C	Mesin potong (<i>cutting</i>)	D			
D	Meja <i>wire 1</i>	E			
E	Mesin pemanas (<i>temparo</i>)	F			
F	Meja <i>wire 2</i>	G	H		
G	Mesin <i>rotary</i>	J			
H	<i>Gluing Praima+ Melting</i>	J	I		
I	<i>Injection molding</i>	J			
J	Meja inspeksi	H	K		
K	<i>Package (storage)</i>	A			
L	<i>Storage</i>				
M	<i>Maintenance</i>				
N	<i>Wash toffel</i>				
O	<i>Office</i>				
P1	<i>Toilet 1</i>				
P2	<i>Toilet 2</i>				
Q	<i>Mosque</i>				
YL	Yellow Line				

7. Gambar tata letak usulan alternatif 1

Dari tabel skala prioritas di atas dapat digambarkan rancangan tata letak usulan alternatif 1. Gambar tata letak tersebut adalah:



Gambar 4.7 Tata letak usulan alternatif 1

Keterangan :

A . Gudang

B . Dudukan *wire roll*

C . Mesin *cutting*

D . Meja *wire 1*

E . Mesin *temparo*

F . Meja *wire 2*

G. Mesin *Rotary*

H. *Praima & Cap Melting*

I. *Injection Molding*

J. Meja Inspeksi

K. *Package(storage)*

L. *Storage*


M. Maintenance


N. *Washtafel*

O. *Office*

P. *Toilet*

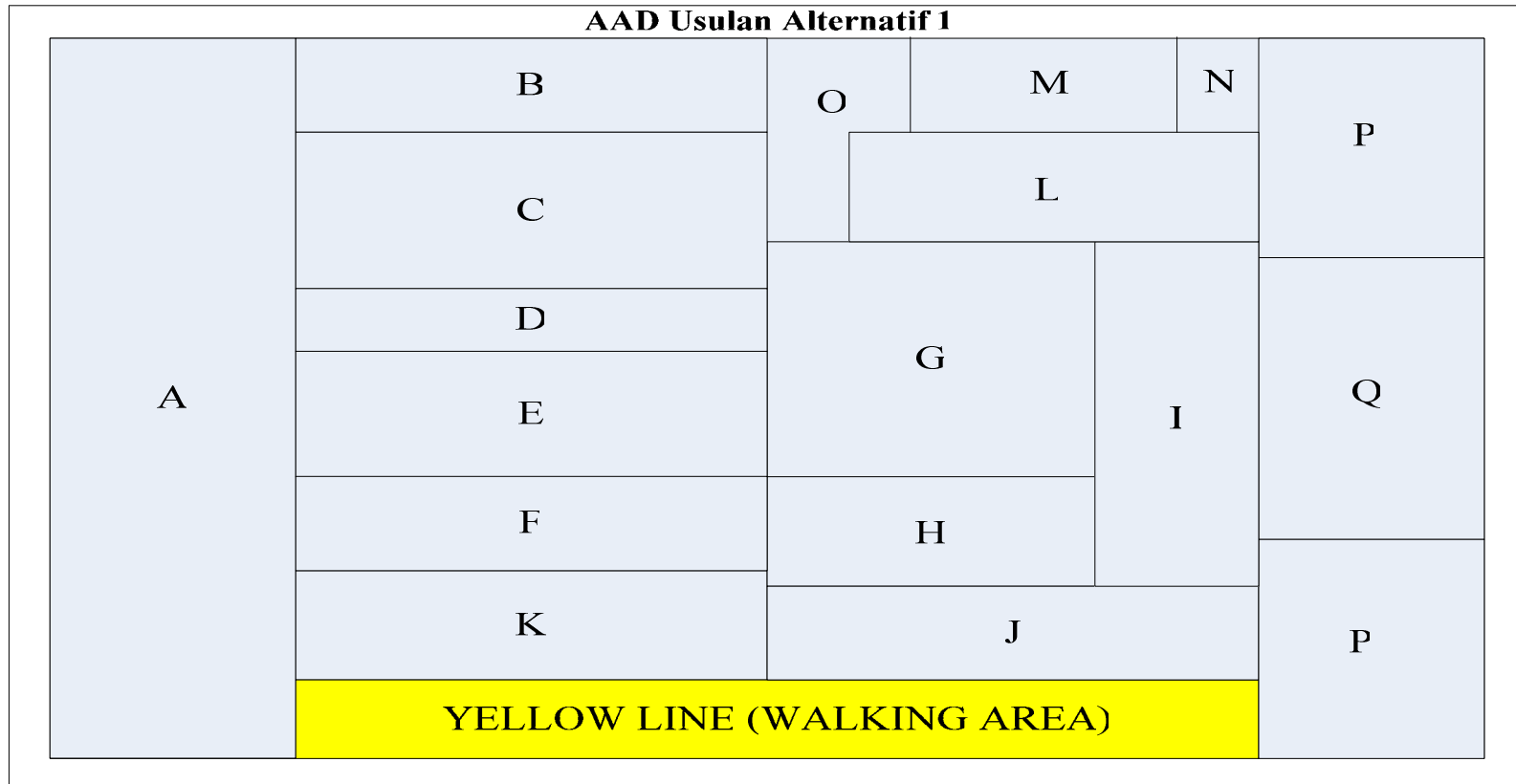
Q. Musollah

 : aliran *material ZD wire*

 : aliran *material ZP wire*

8. AAD usulan alternatif 1

AAD tata letak usulan alternatif 1 adalah:

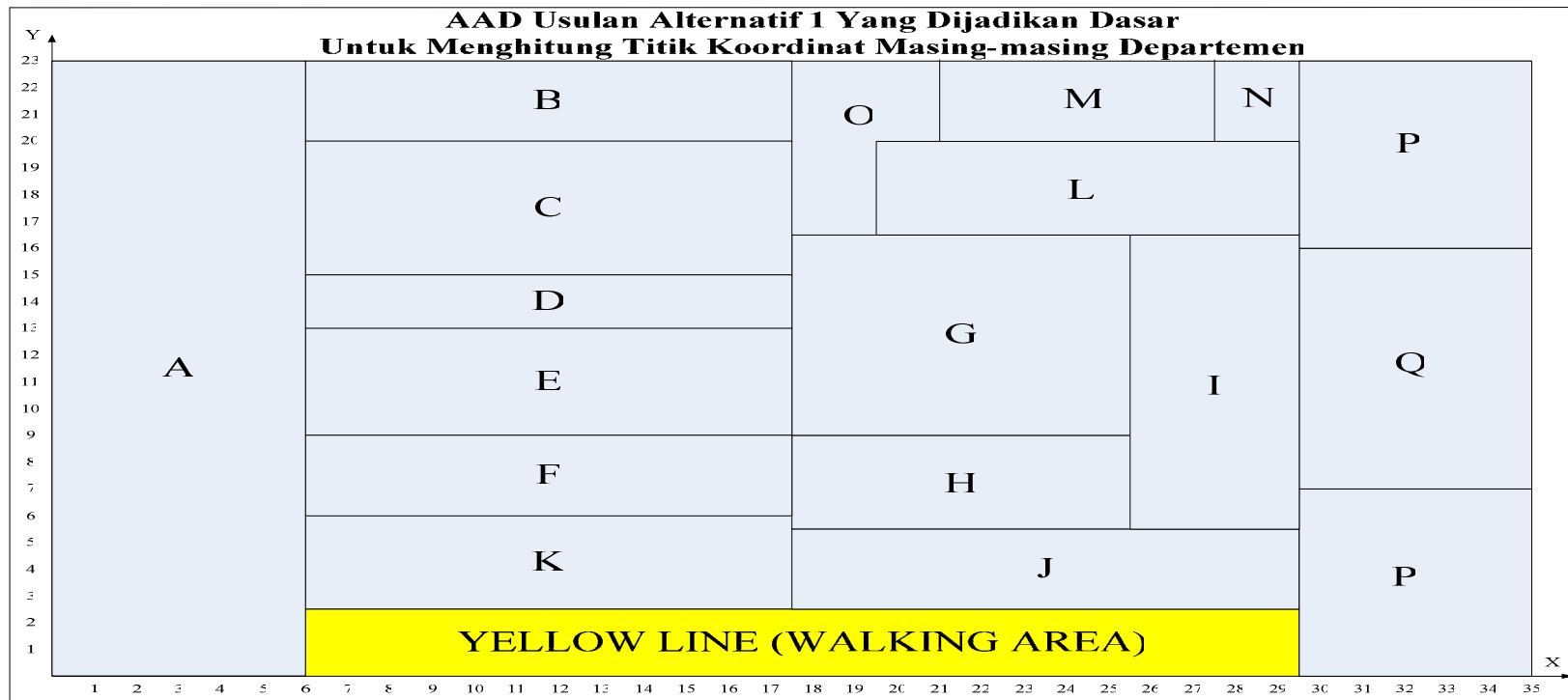


Gambar 4.8 AAD usulan alternatif 1

9. Perhitungan ongkos *material handling* revisi usulan alternatif 1

Untuk mengetahui ongkos *material handling* tata letak usulan maka terlebih dulu harus diketahui jarak antar departemen, karena letak departemennya sudah berubah.

Gambar yang dijadikan dasar untuk menghitung titik koordinat masing-masing departemen adalah



Gambar 4.9. AAD usulan alternatif 1 untuk menghitung jarak

Titik koordinat dan koordinat titik pusat masing-masing departemen hasil rancangan tata letak usulan alternatif 1 adalah:

Tabel 4.11 Titik koordinat tata letak usulan alternatif 1

No	Nama Departemen	Panjang (m)	Lebar (m)	Titik Koordinat				Titik Pusat	
				X _a	X _b	Y _a	Y _b	X	Y
A	Gudang	23,00	6,00	0,00	6,00	0,00	23,00	3,00	11,50
B	Dudukan <i>wire roll</i>	11,50	3,00	6,00	17,50	20,00	23,00	11,75	21,50
C	Mesin potong (<i>cutting</i>)	11,50	5,00	6,00	17,50	15,00	20,00	11,75	17,50
D	Meja <i>wire 1</i>	11,50	2,00	6,00	17,50	13,00	15,00	11,75	14,00
E	Mesin pemanas (<i>temparo</i>)	11,50	4,00	6,00	17,50	9,00	13,00	11,75	11,00
F	Meja <i>wire 2</i>	11,50	3,00	6,00	17,50	6,00	9,00	11,75	7,50
G	Mesin <i>rotary</i>	8,00	7,50	17,50	26,50	9,00	16,50	22,00	12,75
H	<i>Gluing Praction+ Cap Melting</i>	8,00	3,50	17,50	26,50	5,50	9,00	22,00	7,25
I	<i>Injection molding</i>	11,00	4,00	25,50	29,50	5,50	16,50	27,50	11,00
J	Meja inspeksi	12,00	3,00	17,50	29,50	2,50	5,50	23,50	4,00
K	<i>Package (storage)</i>	11,50	3,50	6,00	17,50	2,50	6,00	11,750	4,25
L	<i>Storage</i>	10,00	3,50	19,50	29,50	16,50	20,00	24,50	18,25
M	<i>Maintenance</i>	5,50	3,00	22,00	27,50	20,00	23,00	24,75	21,50
N	<i>Washtoffel</i>	3,00	2,00	27,50	29,50	20,00	23,00	28,50	21,50
O	<i>Office</i>	4,50	3,00	17,50	22,00	20,00	23,00	19,75	21,50
P1	<i>Toilet 1</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	16,00	23,00	32,25	19,50
P2	<i>Toilet 2</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	0,00	7,00	32,25	3,50
Q	<i>Mosque</i>	9,00	5,50	29,50	35,00	7,00	16,00	32,25	11,5
YL	<i>Yellow line</i>	23,50	2,50	6,00	29,50	0,00	2,50	17,75	1,25

Dari koordinat titik pusat masing-masing departemen hasil rancangan tata letak usulan alternatif 1, maka dapat dihitung jarak antar sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Jarak A ke B} &= (\text{titik pusat } X_B - \text{titik pusat } X_A) + (\text{titik pusat } Y_B - \text{titik pusat } Y_A) \\ &= (11,75 - 3) + (21,5 - 11,5) \\ &= 18,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen B ke C} &= (11,75 - 11,75) + (21,5 - 17,5) \\ &= 4,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen C ke D} &= (11,75 - 11,75) + (17,5 - 14) \\ &= 3,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen D ke E} &= (11,75 - 11,75) + (14 - 11) \\ &= 3,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen E ke F} &= (11,75 - 11,75) + (11 - 7,5) \\ &= 3,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen F ke G} &= (22 - 11,75) + (12,75 - 7,25) \\ &= 15,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen F ke H} &= (22 - 11,75) + (7,5 - 7,25) \\ &= 10,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen G ke J} &= (23,5 - 22) + (12,75 - 4) \\ &= 10,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke I} &= (27,5 - 22) + (11 - 7,25) \\ &= 9,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke J} &= (23,5 - 22) + (7,25 - 4) \\ &= 4,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen I ke J} &= (27,5 - 23,5) + (11 - 4) \\ &= 3,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke H} &= (23,5 - 22) + (7,25 - 4) \\ &= 4,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke K} &= (23,5 - 11,75) + (4,25 - 4) \\ &= 12,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen K ke A} &= (11,75 - 3) + (11,5 - 4,25) \\ &= 16,00 \text{ m}\end{aligned}$$

Tahap terakhir adalah menghitung total ongkos *material handling* untuk tata letak usulan alternatif 1. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Total ongkos *material handling* usulan alternatif 1

TOTAL ONGKOS MATERIAL HANDLING ALTERNATIF 1						
Dari	Ke	Frekuensi	Alat	OMH (Rp/m)	Jarak (m)	Total (Rp)
Gudang	Dudukan <i>wire roll</i>	1	<i>Hand lift</i>	11,973	18,75	224,49
Dudukan <i>wire roll</i>	Mesin potong	1	Manusia	3,325	4,00	13,30
Mesin potong	Meja <i>wire 1</i>	38	Manusia	3,325	3,50	442,23
Meja <i>wire 1</i>	Mesin pemanas	19	Manusia	3,325	3,00	189,53
Mesin pemanas	Meja <i>wire 2</i>	19	Manusia	3,325	3,50	221,11
Meja <i>wire 2</i>	Mesin <i>rotary</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	15,50	527,78
	<i>Praima & Melting</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	10,50	357,53
Mesin <i>rotary</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	10,25	523,52
<i>Praima & Melting</i>	<i>Injection molding</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	9,25	314,96
	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	4,75	242,61
<i>Injection molding</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	3,00	153,23
Meja inspeksi	<i>Praima & Melting</i>	3	<i>Trolley</i>	17,025	4,75	242,61
	<i>Package (storage)</i>	1	<i>Trolley</i>	17,025	12,00	204,30
<i>Package (storage)</i>	Gudang	1	<i>Hand lift</i>	11,973	16,00	191,57
Total Ongkos Material Handling 1 hari					Rp	3848,74

Dari tabel di atas diketahui bahwa total ongkos *material handling* yang terjadi di lantai produksi untuk tata letak usulan alternatif 1 adalah sebesar **Rp. 3848,74** per hari.

4.3.3. Tata Letak Usulan Alternatif 2

Tata letak usulan alternatif 2 ini adalah tata letak baru dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak awal, sama seperti alternatif 1. Perbedaannya terletak pada cara pengolahan datanya yaitu alternatif 2 ini menggunakan perhitungan algoritma CRAFT.

Input dari algoritma CRAFT adalah titik koordinat masing-masing departemen dan *move cost chart*. Untuk titik koordinat masing-masing departemen dan jarak antar departemen sama dengan tata letak awal (lihat tabel 4.6 dan 4.7). Frekuensi aliran *material* semua usulan adalah sama (lihat tabel 4.5). Sedangkan *Move cost chart* untuk usulan alternatif 2 ini sama dengan *from to chart* pada usulan alternatif 1 (lihat tabel 4.9).

Pengolahan data dengan menggunakan algoritma CRAFT yang ada dalam *software Win QSB* modul *Facility Location and Layout* dilakukan dengan 4 metode, yaitu dengan melakukan pertukaran departemen/mesin yang ada di lantai produksi. Algoritma CRAFT mempertukarkan letak departemen yang mempunyai luas yang sama atau mempunyai batasan dekat. Setiap sehabis iterasi, algoritma CRAFT menghitung titik koordinat masing-masing departemen dan kemudian menghitung total *costnya*. Hal ini terus berlangsung sampai didapatkan total *cost* yang paling kecil. Pertukaran yang dilakukan adalah pertukaran 2 departemen, pertukaran 3 departemen, pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen dan pertukaran 3 departemen diikuti dengan 2 departemen.

Pada AAD hasil algoritma CRAFT, kolom yang berjumlah 24 buah menunjukkan lebar pabrik yaitu 23 m. Sedangkan baris yang berjumlah 36 buah menunjukkan panjang pabrik yaitu 35 m. Karena algoritma CRAFT yang terdapat dalam *software Win QSB* modul *facility location and layout* ini tidak menerima angka desimal maka untuk menjalankan program tersebut panjang dan lebar pabrik dikali 2 atau dibulatkan, termasuk juga untuk semua titik koordinat masing-masing departemen. AAD yang digunakan sebagai *input* untuk algoritma CRAFT adalah AAD awal (gambar 4.7)

Secara umum proses operasi atau cara kerja algoritma CRAFT adalah sebagai berikut:

- a. Hitung dan lengkapi data-data (*input*) yang dibutuhkan oleh algoritma CRAFT seperti jumlah dan kode departemen (yang *fixed* dan tidak), titik koordinat masing-masing departemen, *move cost chart* dan tata letak awal.
- b. Tukar letak departemen yang mempunyai batasan yang dekat atau memiliki luas yang sama dengan kriteria pertukaran 2 departemen, pertukaran 3 departemen, pertukaran 2 diikuti 3 departemen dan pertukaran 3 diikuti 2 departemen.
- c. Hitung total biaya yang terjadi setelah departemen dipertukarkan. Jika total biayanya lebih kecil dari total biaya awal, maka pertukaran departemen tersebut menjadi iterasi pertama, kemudian cetak gambar tata letaknya.
- d. Ulangi langkah nomor 2 dan 3 sampai tidak ada lagi pertukaran departemen yang memberikan penurunan total biaya. Hasil akhir yang terpilih adalah tata letak yang mempunyai total biaya paling kecil.

Perlu diperhatikan untuk kriteria pertukaran 2 diikuti 3 departemen, terlebih dulu dilakukan pertukaran 2 departemen sampai tidak ada lagi pertukaran yang memberikan penurunan total biaya, kemudian baru dilakukan pertukaran 3 departemen. Demikian juga untuk kriteria pertukaran 3 diikuti 2 departemen, terlebih dulu dilakukan pertukaran 3 departemen sampai tidak ada lagi pertukaran yang memberikan penurunan total biaya, baru kemudian dilanjutkan dengan pertukaran 2 departemen.

- e. Perhitungan dihentikan jika tidak ada lagi solusi pertukaran departemen yang memberikan penurunan total biaya.

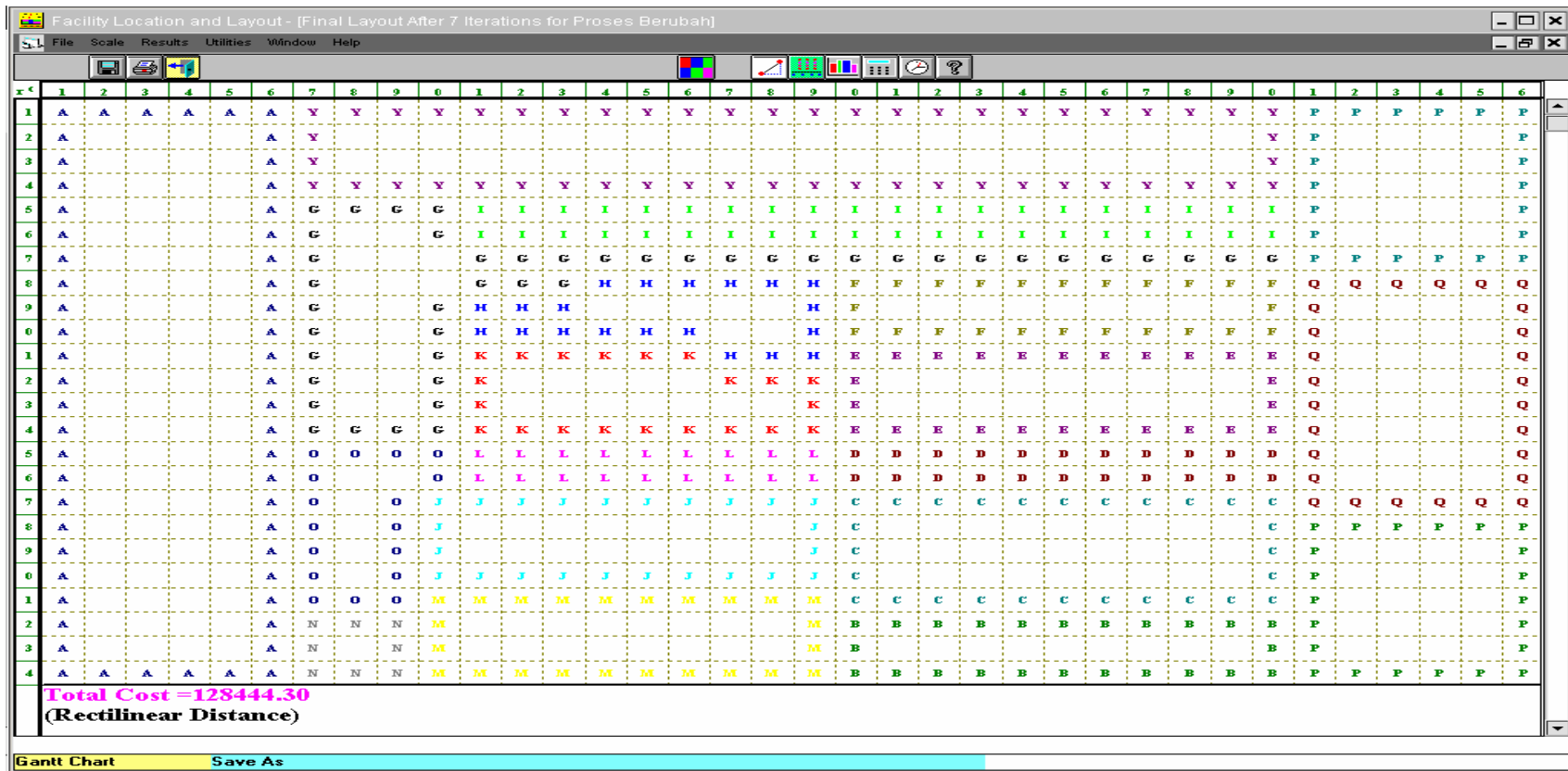
1. *Solution 1*: Pertukaran 2 departemen

Untuk pertukaran 2 departemen didapat hasil penataletakan *final* setelah algoritma CRAFT melakukan 7 iterasi. 7 iterasi yang dilakukan algoritma CRAFT disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.14 Iterasi penataletakan pertukaran 2 departemen usulan alternatif 2

Iterasi	Total cost	Switch departements
0	139988,00	-
1	135532,80	G-K
2	133138,60	I-J
3	131639,80	G-L
4	129885,00	G-I
5	129410,20	K-L
6	129002,20	H-L
7	128444,30	H-K

Setelah melalui 7 kali iterasi maka diperoleh hasil akhir dengan pertukaran 2 departemen. Total *cost layout* akhir hasil pertukaran 2 departemen ini adalah 128444,30. Hasil akhir pengolahan data pertukaran 2 departemen algoritma CRAFT seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.10 Hasil akhir pertukaran 2 departemen usulan alternatif 2

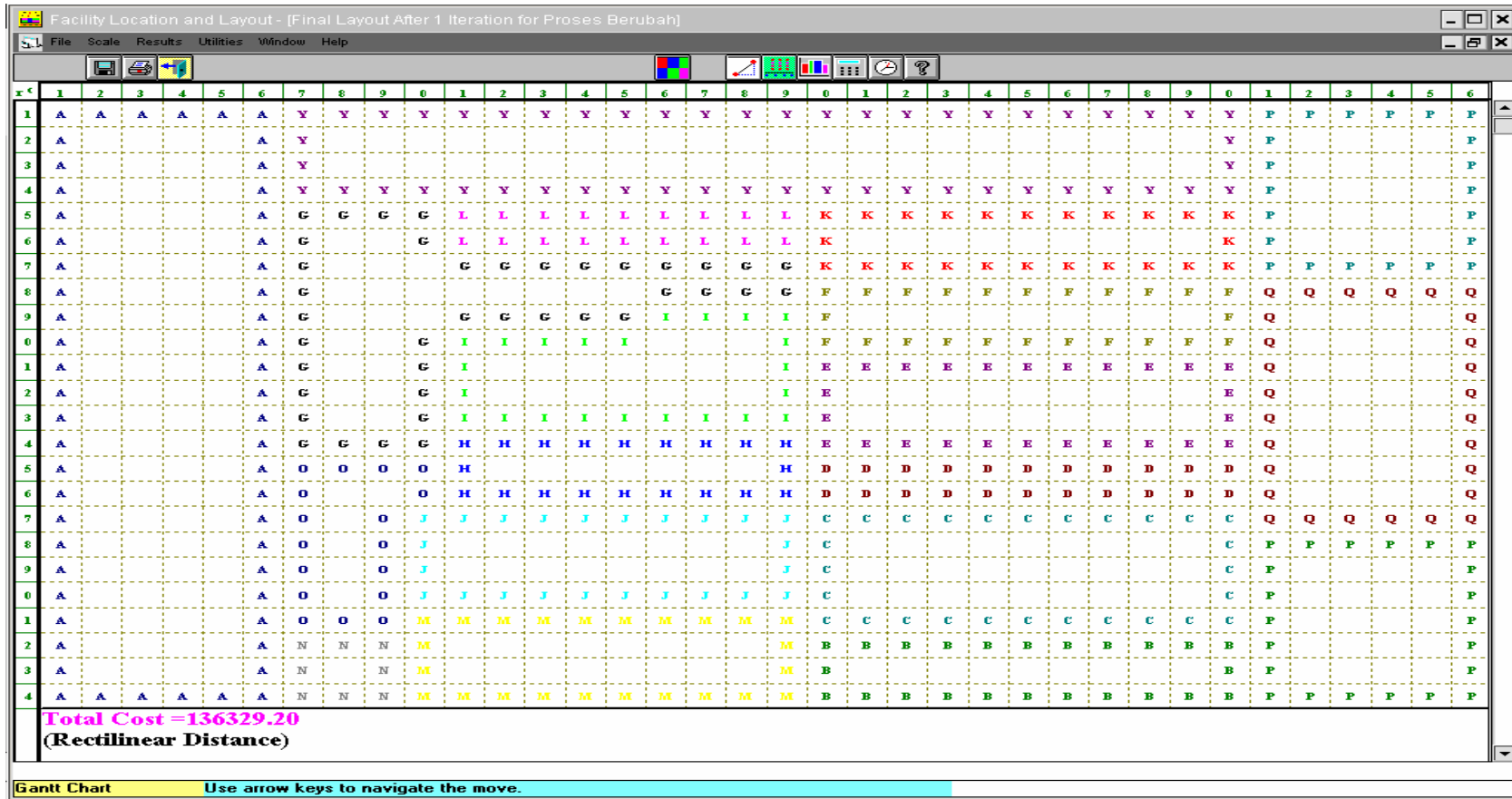
2. *Solution 2*: Pertukaran 3 departemen

Hasil akhir yang diperoleh dari pengolahan data dengan algoritma CRAFT untuk pertukaran 3 departemen adalah setelah melalui 1 kali iterasi. Iterasi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.15 Iterasi penataletakan pertukaran 3 departemen usulan alternatif 2

Iterasi	Total cost	Switch departements
0	139988,00	-
1	136329,20	G-I-J

Hasil akhir pertukaran 3 departemen dapat dilihat pada gambar berikut.



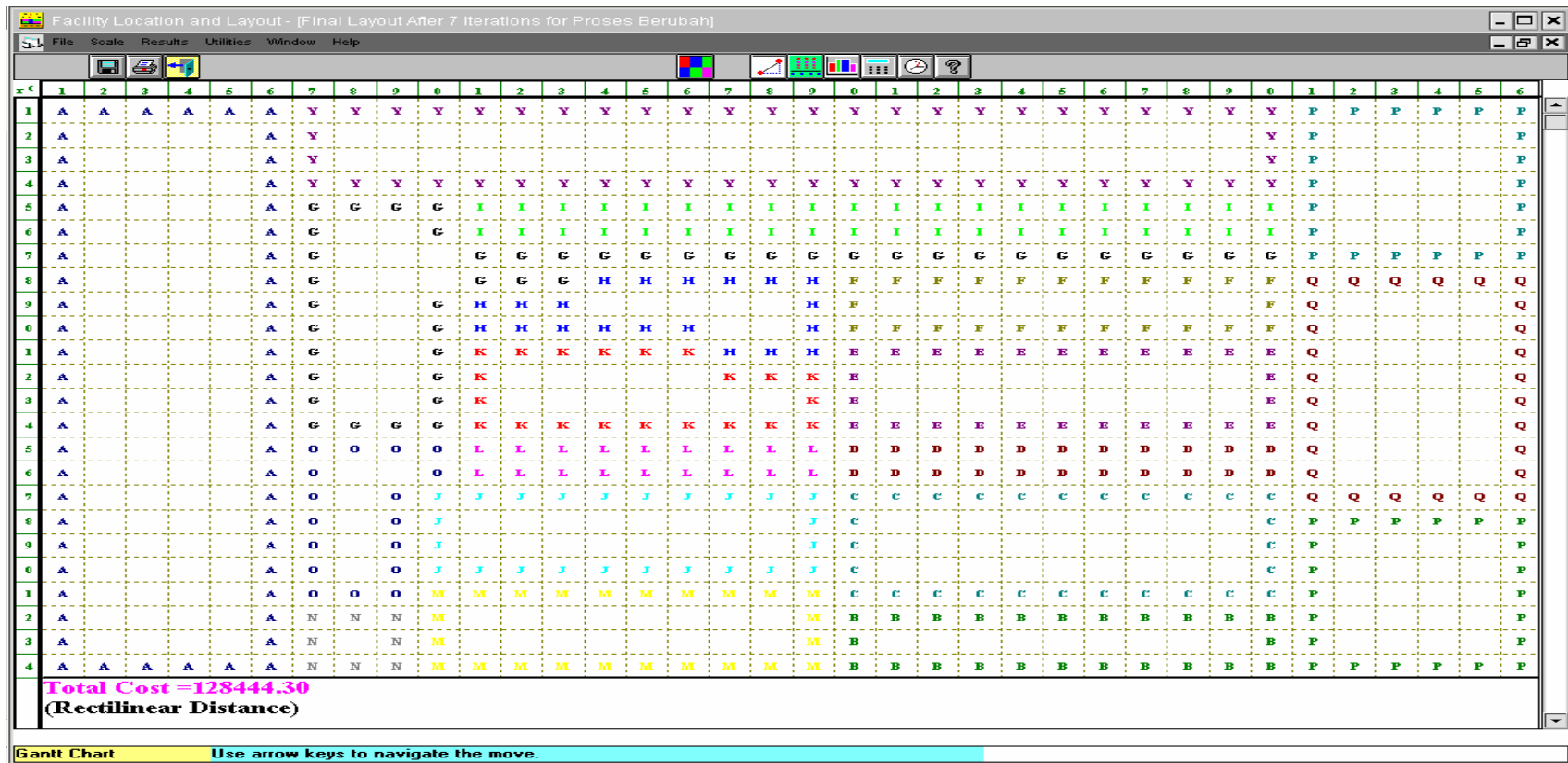
Gambar 4.11 Hasil akhir pertukaran 3 departemen usulan alternatif 2

3. *Solution 3*: Pertukaran 2 departemen kemudian 3 departemen
Pertukaran 2 departemen kemudian diikuti dengan pertukaran 3 departemen melalui 7 iterasi. Iterasi-iterasi tersebut serta total *cost* masing-masing iterasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.16 Iterasi pertukaran 2 departemen kemudian 3 departemen usulan alternatif 2

Iterasi	Total <i>cost</i>	<i>Switch departements</i>
0	139988,00	-
1	135532,80	G-K
2	133138,60	I-J
3	131639,80	G-L
4	129885,00	G-I
5	129410,20	K-L
6	129002,20	H-L
7	128444,30	H-K

Hasil akhir dari pertukaran 2 departemen diikuti dengan 3 departemen mempunyai total *cost* sebesar 128444,30. Hasil akhir tersebut seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.12 Hasil akhir pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen usulan alternatif 2

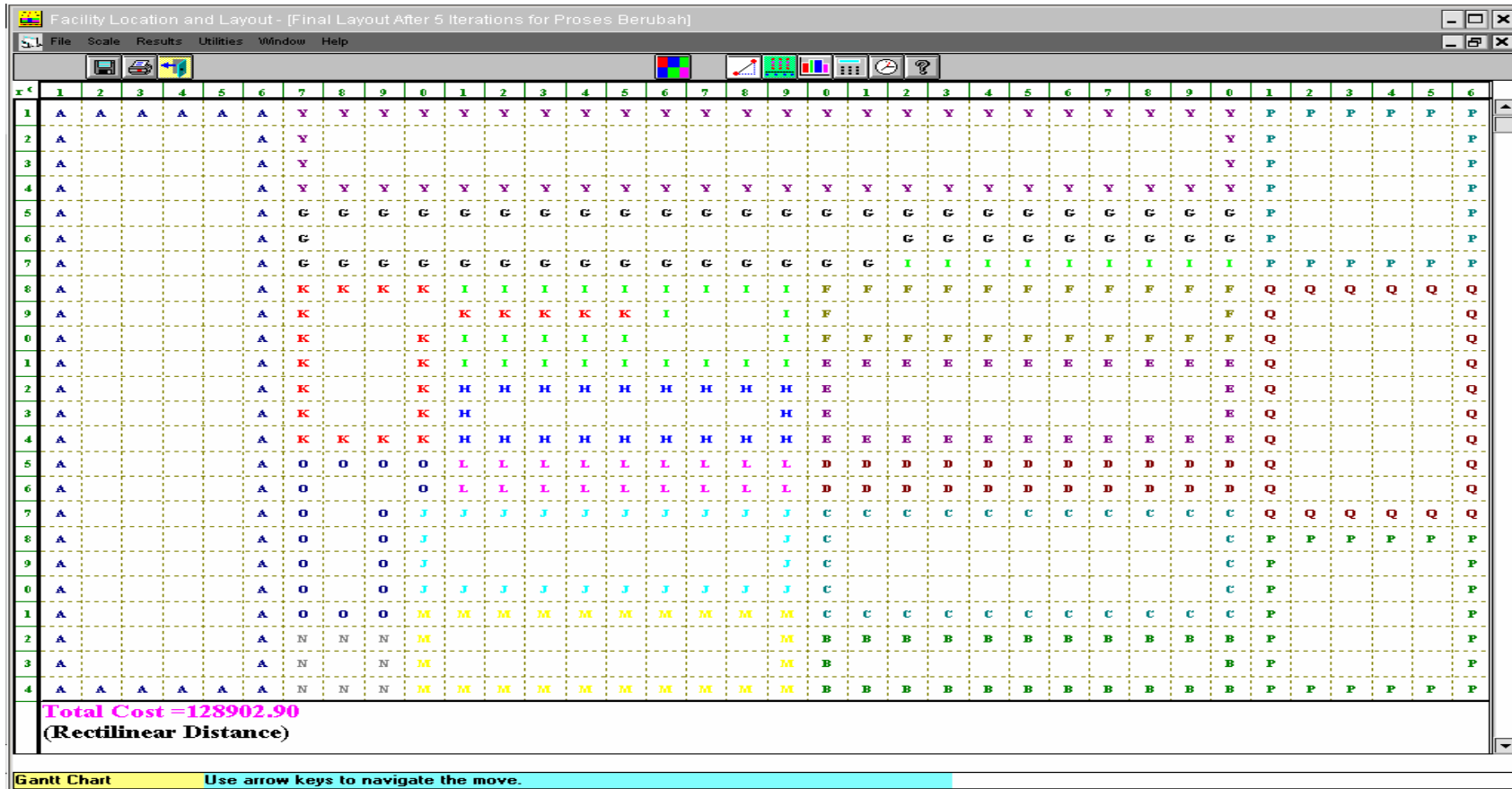
4. *Solution 4*: Pertukaran 3 departemen kemudian 2 departemen

Dengan alternatif 4 yaitu pertukaran 3 departemen kemudian 2 departemen diperoleh hasil akhir setelah melalui 5 iterasi. Iterasi-iterasi yang dimaksud dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.17 Iterasi pertukaran 3 departemen kemudian 2 departemen usulan alternatif 2

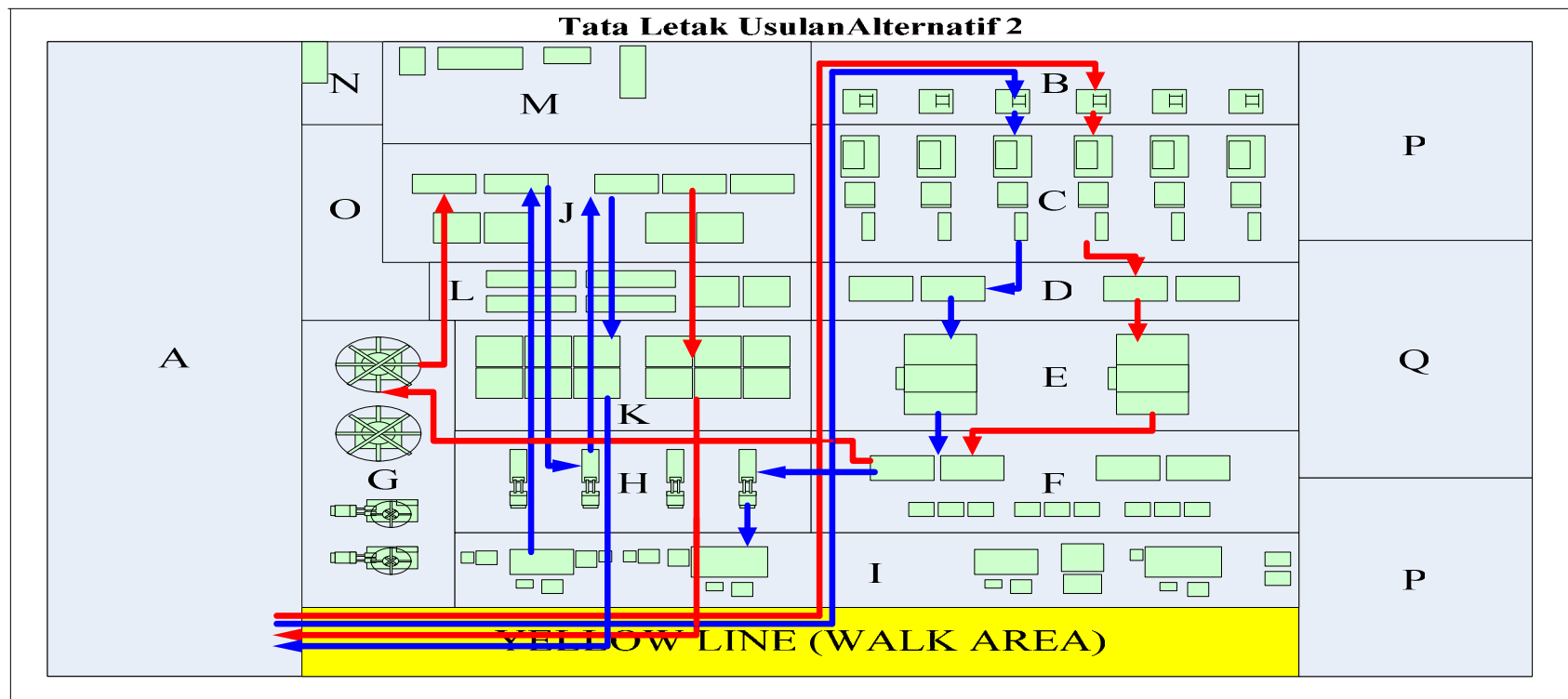
Iterasi	Total Cost	Switch Departements
0	139988,00	-
1	136329,20	G-I-J
2	132204,10	G-K
3	130898,60	G-L
4	129310,90	I-L
5	128902,90	H-L

Hasil akhir diperoleh dengan total *cost* 128902,90, gambarnya seperti yang terlihat berikut.



Gambar 4.13 Hasil akhir pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen usulan alternatif 2

Dari keempat alternatif yang ada, diketahui bahwa yang memberikan total ongkos paling kecil adalah alternatif 1 dan 3 yaitu dengan total *cost* yang sama sebesar 128444,30. Tata letak yang terpilih digambar dengan menggunakan *software Microsoft Office Visio* yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.14 Tata letak usulan alternatif 2

Keterangan :

A. Gudang

B. Dudukan *wire roll*

C. Mesin *cutting*

D. Meja *wire 1*

E. Mesin *temparo*

F. Meja *wire 2*

G. Mesin *Rotary*

H. *Praima & Cap Melting*

I. *Injection Molding*

J. Meja Inspeksi

K. *Package(storage)*

L. *Storage*


M. Maintenance


N. *Washtafel*

O. *Office*

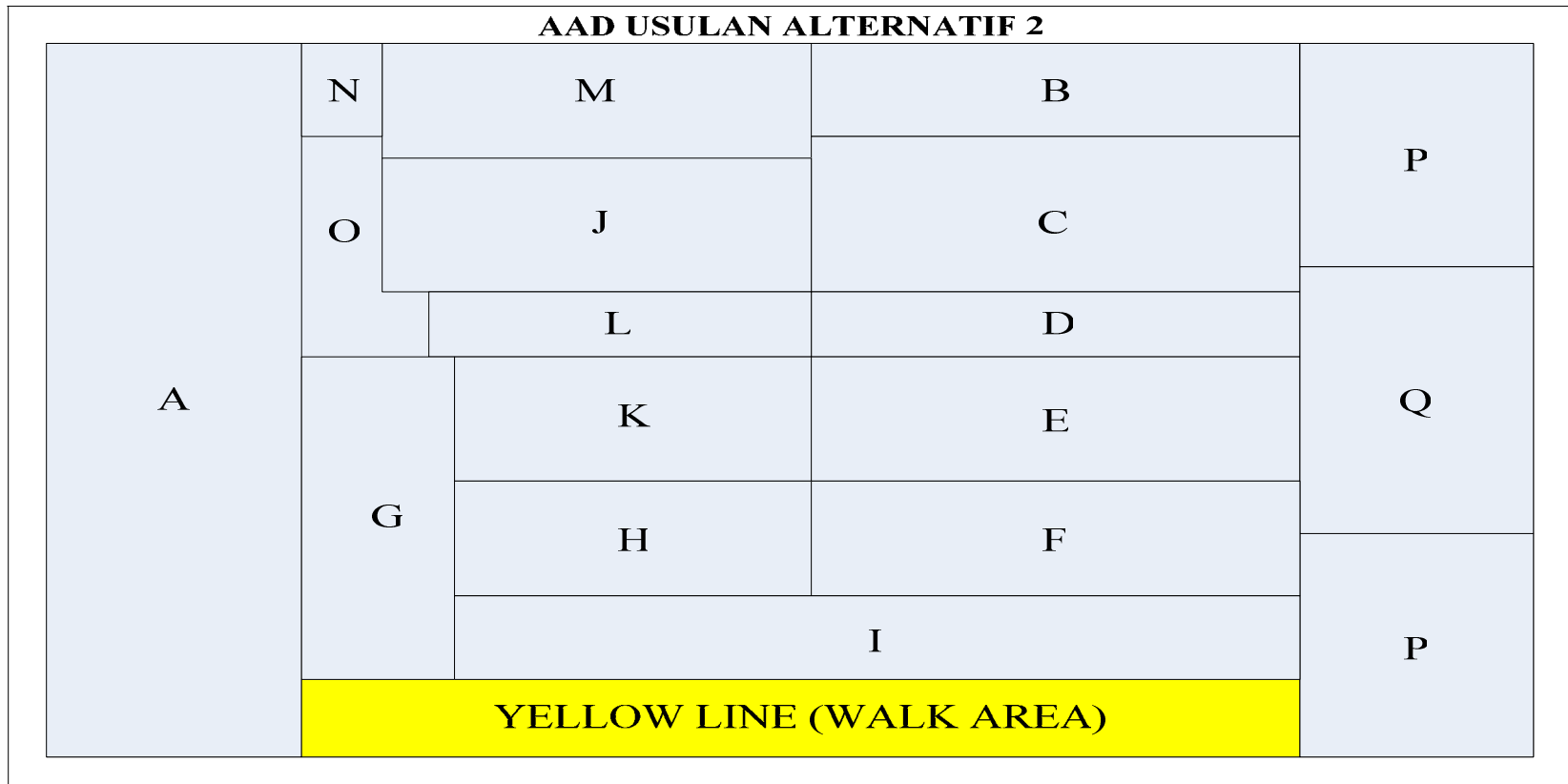
P. *Toilet*

Q. Musollah

 : aliran *material ZD wire*

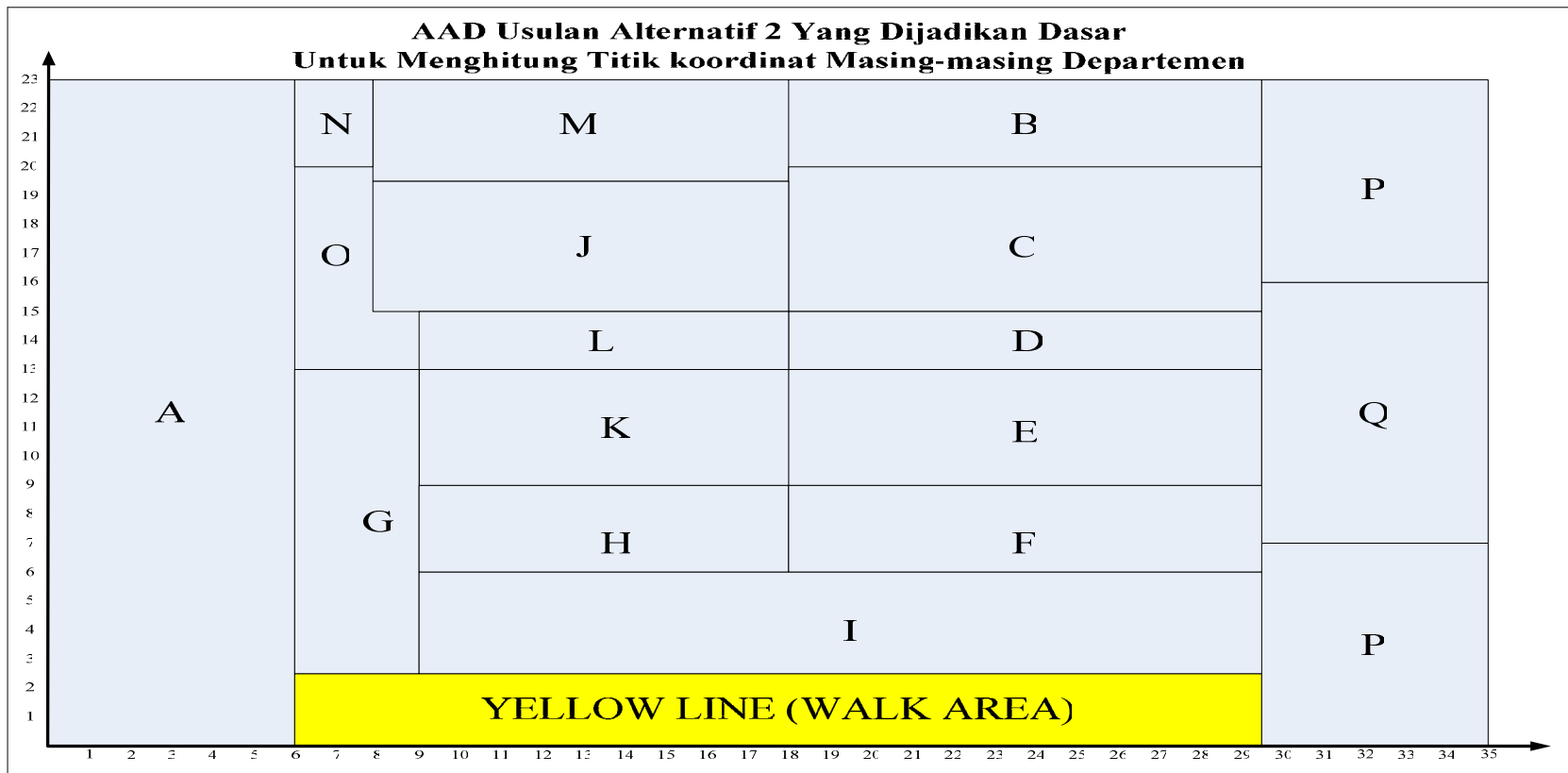
 : aliran *material ZP wire*

Sedangkan gambar tata letak yang terpilih hasil dari pengolahan algoritma CRAFT dalam bentuk AAD dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.15. AAD usulan alternatif 2

Langkah selanjutnya adalah menghitung kembali titik koordinat masing-masing departemen untuk mengetahui jarak antar departemen. Gambar AAD yang dijadikan sebagai dasar menghitung titik koordinat masing-masing departemen seperti yang terlihat berikut.



Gambar 4.16. Gambar dasar perhitungan titik koordinat usulan alternatif 2

Berikut adalah tabel titik koordinat masing-masing departemen.

Tabel 4.18 Titik koordinat usulan alternatif 2

No	Nama Departemen	Panjang (m)	Lebar (m)	Titik Koordinat				Titik Pusat	
				X _a	X _b	Y _a	Y _b	X	Y
A	Gudang	23,00	6,00	0,00	6,00	0,00	23,00	3,00	11,50
B	Dudukan <i>wire roll</i>	11,50	3,00	6,00	17,50	20,00	23,00	11,75	21,50
C	Mesin potong (cutting)	11,50	5,00	6,00	17,50	15,00	20,00	11,75	17,50
D	Meja <i>wire 1</i>	11,50	2,00	6,00	17,50	13,00	15,00	11,75	14,00
E	Mesin pemanas (<i>temparo</i>)	11,50	4,00	6,00	17,50	9,00	13,00	11,75	11,00
F	Meja <i>wire 2</i>	11,50	3,00	6,00	17,50	6,00	9,00	11,75	7,50
G	Mesin <i>rotary</i>	12,50	3,00	6,00	9,00	2,50	13,00	7,50	7,75
H	<i>Gluing Preama+ Cap Melting</i>	9,00	3,00	9,00	18,00	6,00	9,00	13,50	7,50
I	<i>Injection molding</i>	20,50	3,50	9,00	29,50	2,50	6,00	19,25	4,25
J	Meja inspeksi	10,00	4,50	8,00	18,00	15,00	19,50	13,00	17,25
K	<i>Package (storage)</i>	9,00	4,00	9,00	18,00	9,00	13,00	13,50	11,00
L	<i>Storage</i>	9,00	2,00	9,00	18,00	13,00	15,00	13,50	14,00
M	<i>Maintenance</i>	10,00	3,50	8,00	18,00	19,50	23,00	13,00	21,25
N	<i>Washstoffel</i>	3,00	2,00	27,50	29,50	20,00	23,00	28,50	21,50
O	<i>Office</i>	4,50	3,00	17,50	22,00	20,00	23,00	19,75	21,50
P1	<i>Toilet 1</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	16,00	23,00	32,25	19,50
P2	<i>Toilet 2</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	0,00	7,00	32,25	3,50
Q	<i>Mosque</i>	9,00	5,50	29,50	35,00	7,00	16,00	32,25	11,50
YL	<i>Yellow line</i>	23,50	2,50	6,00	29,50	0,00	2,50	17,75	1,25

Setelah diperoleh tata letak baru hasil penataletakan dengan algoritma CRAFT maka dicari ongkos *material handling* revisinya. Karena tata letaknya baru, sebelum menghitung ongkos *material handling* terlebih dahulu harus menghitung jarak antar departemen. Jarak antar departemen dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jarak A ke B} &= (\text{titik pusat XB} - \text{titik pusat XA}) + (\text{titik pusat YB} - \text{titik pusat YA}) \\ &= (11,75 - 3) + (21,5 - 11,5) \\ &= 18,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen B ke C} &= (11,75 - 11,75) + (21,5 - 17,5) \\ &= 4,0 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen C ke D} &= (11,75 - 11,75) + (17,5 - 14) \\ &= 3,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen D ke E} &= (11,75 - 11,75) + (14 - 11) \\ &= 3,0 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen E ke F} &= (11,75 - 11,75) + (11 - 7,5) \\ &= 3,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen F ke G} &= (11,75 - 7,5) + (7,75 - 7,5) \\ &= 4,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen F ke H} &= (13,5 - 11,75) + (7,5 - 7,5) \\ &= 1,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen G ke J} &= (13 - 7,5) + (17,25 - 7,75) \\ &= 15,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke I} &= (19,25 - 13,5) + (7,5 - 4,25) \\ &= 9,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke J} &= (13,5 - 13) + (17,25 - 7,5) \\ &= 10,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen I ke J} &= (19,25 - 13) + (17,25 - 4,25) \\ &= 19,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke H} &= (13,5 - 13) + (17,25 - 7,5) \\ &= 10,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke K} &= (13,5 - 13) + (17,25 - 11) \\ &= 6,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen K ke A} &= (13,5 - 3) + (11,5 - 11) \\ &= 11,00 \text{ m}\end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan ongkos *material handling* untuk tata letak usulan alternatif 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.20 Total ongkos *material handling* usulan alternatif 2

TOTAL ONGKOS MATERIAL HANDLING ALTERNATIF 2						
Dari	Ke	Frekuensi	Alat	OMH (Rp/m)	Jarak (m)	Total (Rp)
Gudang	Dudukan <i>wire roll</i>	1	<i>Hand lift</i>	11,973	18,75	224,49
Dudukan <i>wire roll</i>	Mesin potong	1	Manusia	3,325	4,00	13,30
Mesin potong	Meja <i>wire 1</i>	38	Manusia	3,325	3,50	442,23
Meja <i>wire 1</i>	Mesin pemanas	19	Manusia	3,325	3,00	189,53
Mesin pemanas	Meja <i>wire 2</i>	19	Manusia	3,325	3,50	221,11
Meja <i>wire 2</i>	Mesin <i>rotary</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	4,50	153,23
	<i>Praima & Melting</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	1,75	59,59
Mesin <i>rotary</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	15,00	766,13
<i>Praima & Melting</i>	<i>Injection molding</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	9,00	306,45
	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	10,25	523,52
<i>Injection molding</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	19,25	983,19
Meja inspeksi	<i>Praima & Melting</i>	3	<i>Trolley</i>	17,025	10,25	523,52
	<i>Package (storage)</i>	1	<i>Trolley</i>	17,025	6,75	114,92
<i>Package (storage)</i>	Gudang	1	<i>Hand lift</i>	11,973	11,00	131,70
Total Ongkos Material Handling 1 hari					Rp	4652,90

Dari perhitungan diketahui bahwa total ongkos *material handling* untuk *layout* usulan alternatif 2 adalah sebesar **Rp 4652,90** per hari

4.3.4. Tata Letak Usulan Alternatif 3

Tata letak usulan alternatif 3 ini adalah tata letak baru dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak usulan alternatif 1. Perhitungan usulan alternatif 3 tahap-tahapnya sama dengan perhitungan usulan alternatif 2, yang berbeda adalah *input* tata letaknya. Untuk titik koordinat dan jarak antar departemen, lihat tabel 4.12 dan tabel 4.13.

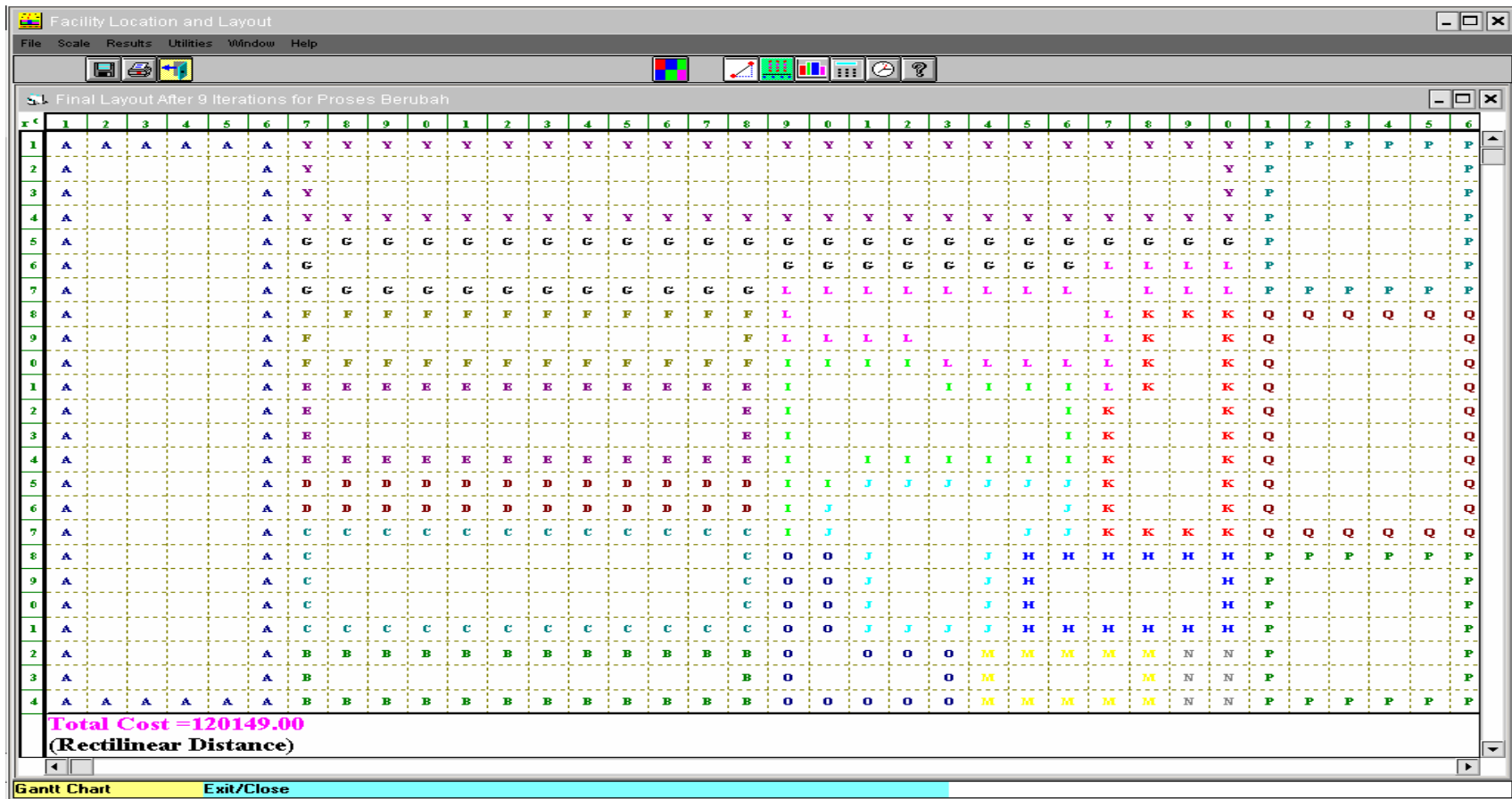
5. *Solution 1*: Pertukaran 2 departemen

Untuk pertukaran 2 departemen didapat hasil penataletakan *final* setelah algoritma CRAFT melakukan 9 iterasi. Iterasi-iterasi yang dilakukan algoritma CRAFT disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.21 Iterasi pertukaran 2 departemen usulan alternatif 3

Iterasi	Total cost	Switch departements
0	131282,50	-
1	127114,80	J-K
2	125101,40	I-K
3	123769,50	I-L
4	122683,80	G-H
5	122449,70	H-I
6	122362,30	G-L
7	122100,70	G-J
8	120725,50	J-L
9	120149,00	I-J

Layout akhirnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.17 Layout akhir pertukaran 2 departemen usulan alternatif 3

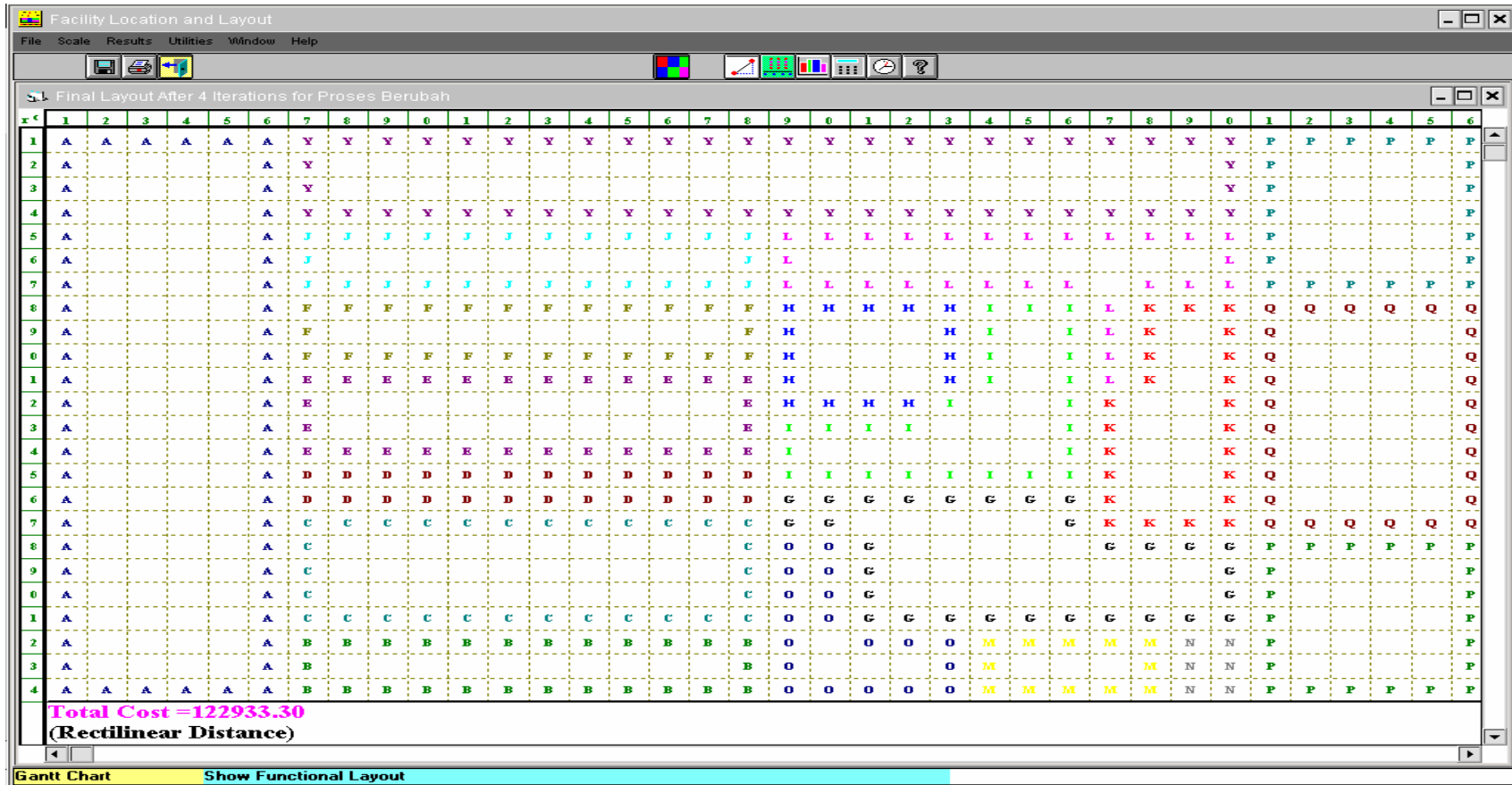
6. *Solution 2*: pertukaran 3 departemen

Untuk pertukaran 3 departemen didapat hasil penataletakan *final* setelah algoritma CRAFT melakukan 4 iterasi. Iterasi-iterasi yang dilakukan algoritma CRAFT disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.22 Iterasi pertukaran 3 departemen usulan alternatif 3

Iterasi	Total cost	Switch departements
0	131282,50	-
1	125101,40	I-J-K
2	123063,60	G-I-L
3	123057,50	H-I-L
4	122933,30	H-I-L

Layout akhirnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.18 Layout akhir pertukaran 3 departemen usulan alternatif 3

7. *Solution 3*: pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen

Pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen melalui 9 iterasi untuk mencapai hasil akhir. Iterasi-iterasi tersebut sama dengan iterasi-iterasi pertukaran 2 departemen, karena tidak ada 3 departemen yang mungkin dipertukarkan. Masing-masing iterasi lihat tabel 4.21 *Layout* hasil akhir pun sama dengan *layout* pertukaran 2 departemen (lihat gambar 4.21).

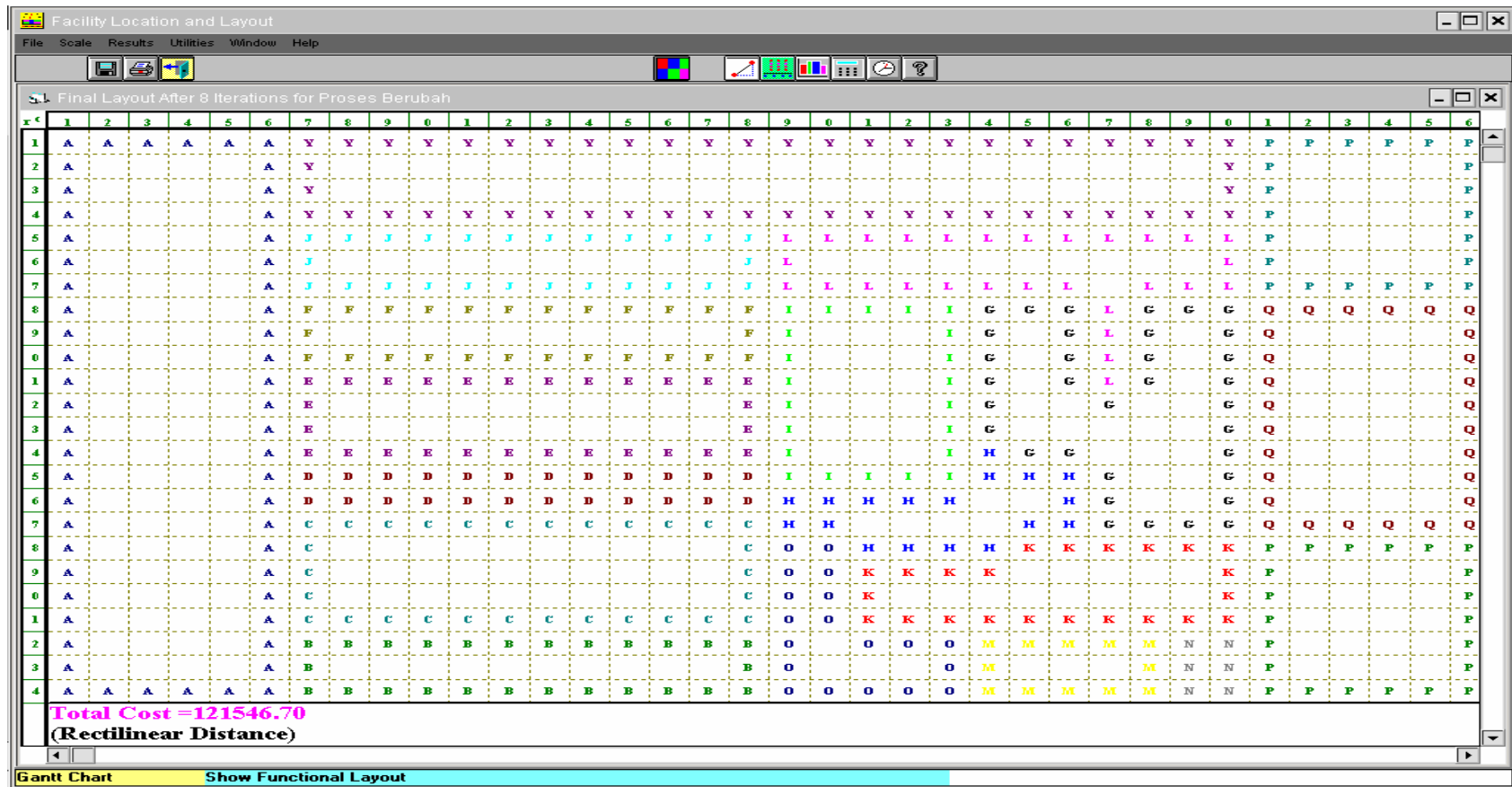
8. *Solution 4*: pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen

Untuk pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen didapat hasil penataletakan *final* setelah algoritma CRAFT melakukan 8 iterasi. Iterasi-iterasi yang dilakukan algoritma CRAFT disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.23 Iterasi pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen usulan alternatif 3

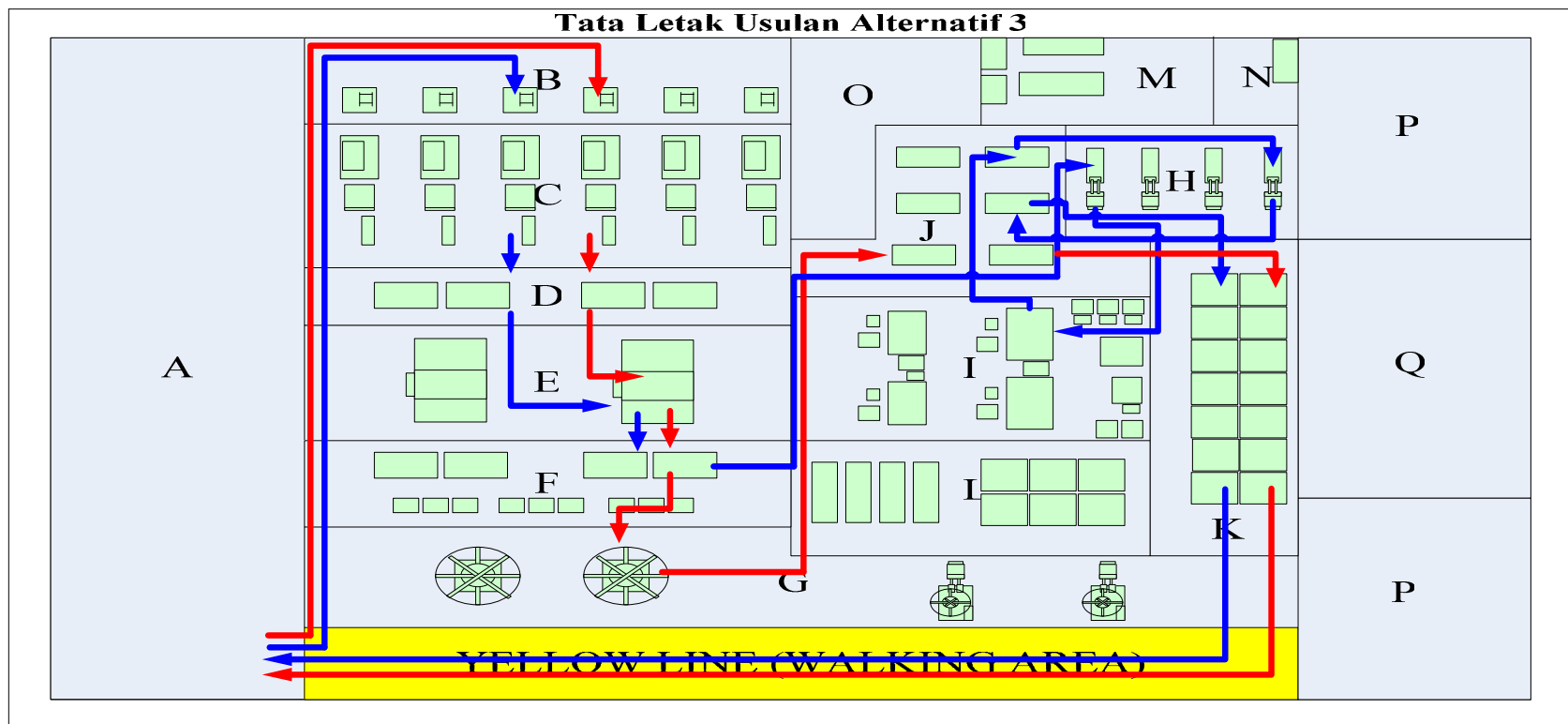
Iterasi	Total cost	Switch departements
0	131282,50	-
1	125101,40	I-J-K
2	123063,60	G-I-L
3	123057,50	H-I-L
4	122933,30	H-I-L
5	122509,40	H-I
6	121753,50	G-H
7	121593,50	G-K
8	1215496,70	H-K

Layout akhirnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.19 Layout akhir pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen usulan alternatif 3

Dengan demikian hasil akhir yang terpilih adalah *solution 1* dan *solution 3* dengan total cost 120149,00. *Layout* akhir yang terpilih hasil pengolahan algoritma CRAFT digambar tata letaknya menggunakan bantuan *software Microsoft Office Visio* agar tata letak yang diperoleh lebih sempurna.



Gambar 4.20 Tata letak usulan alternatif 3

Keterangan :

A . Gudang

B . Dudukan *wire roll*

C . Mesin *cutting*

D . Meja *wire 1*

E . Mesin *temparo*

F . Meja *wire 2*

G. Mesin *Rotary*

H. *Praima & Cap Melting*

I. *Injection Molding*

J. Meja Inspeksi

K. *Package(storage)*

L. *Storage*


M. Maintenance


N. *Washtafel*

O. *Office*

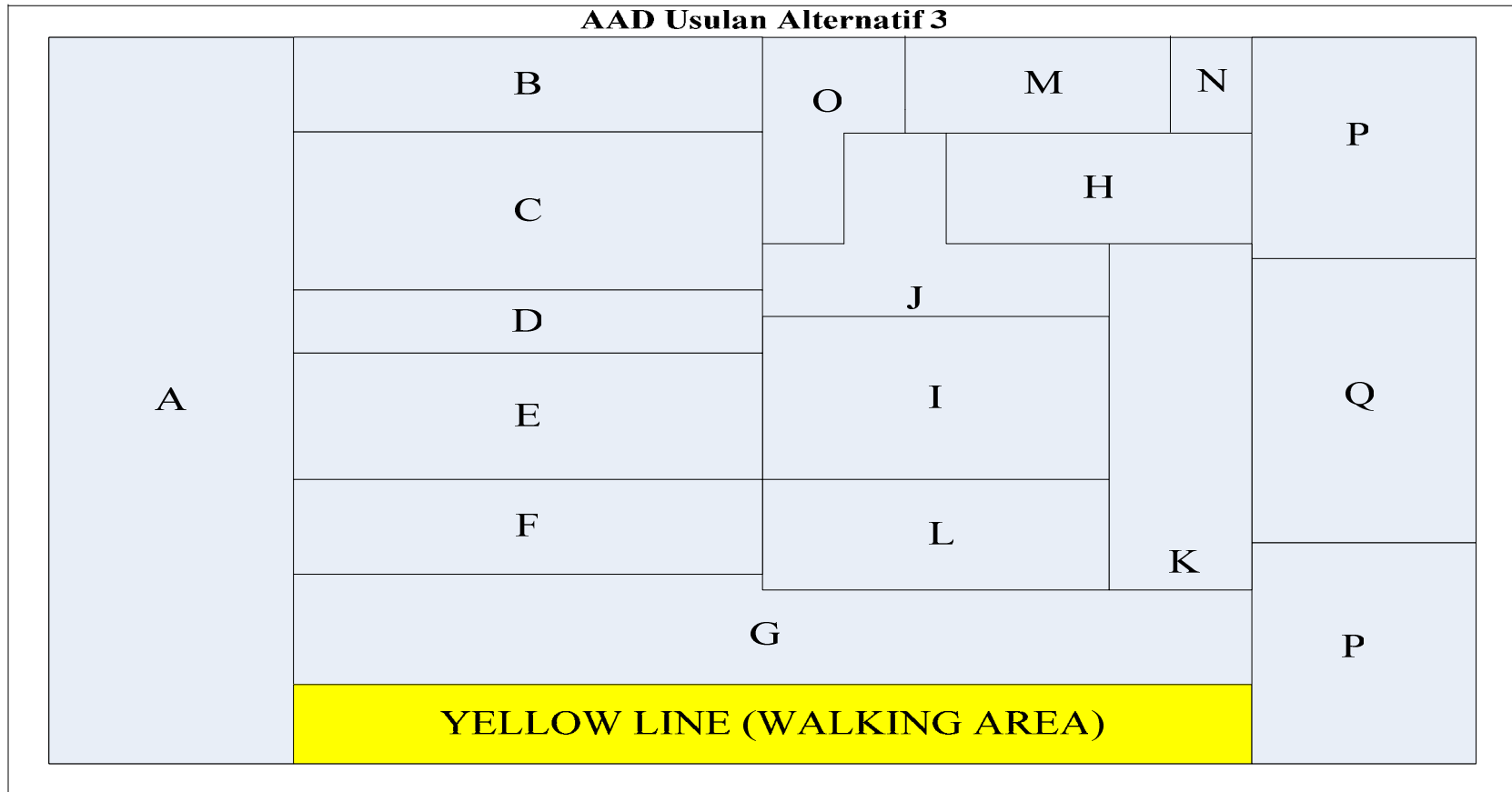
P. *Toilet*

Q. Musollah

 : aliran *material ZD wire*

 : aliran *material ZP wire*

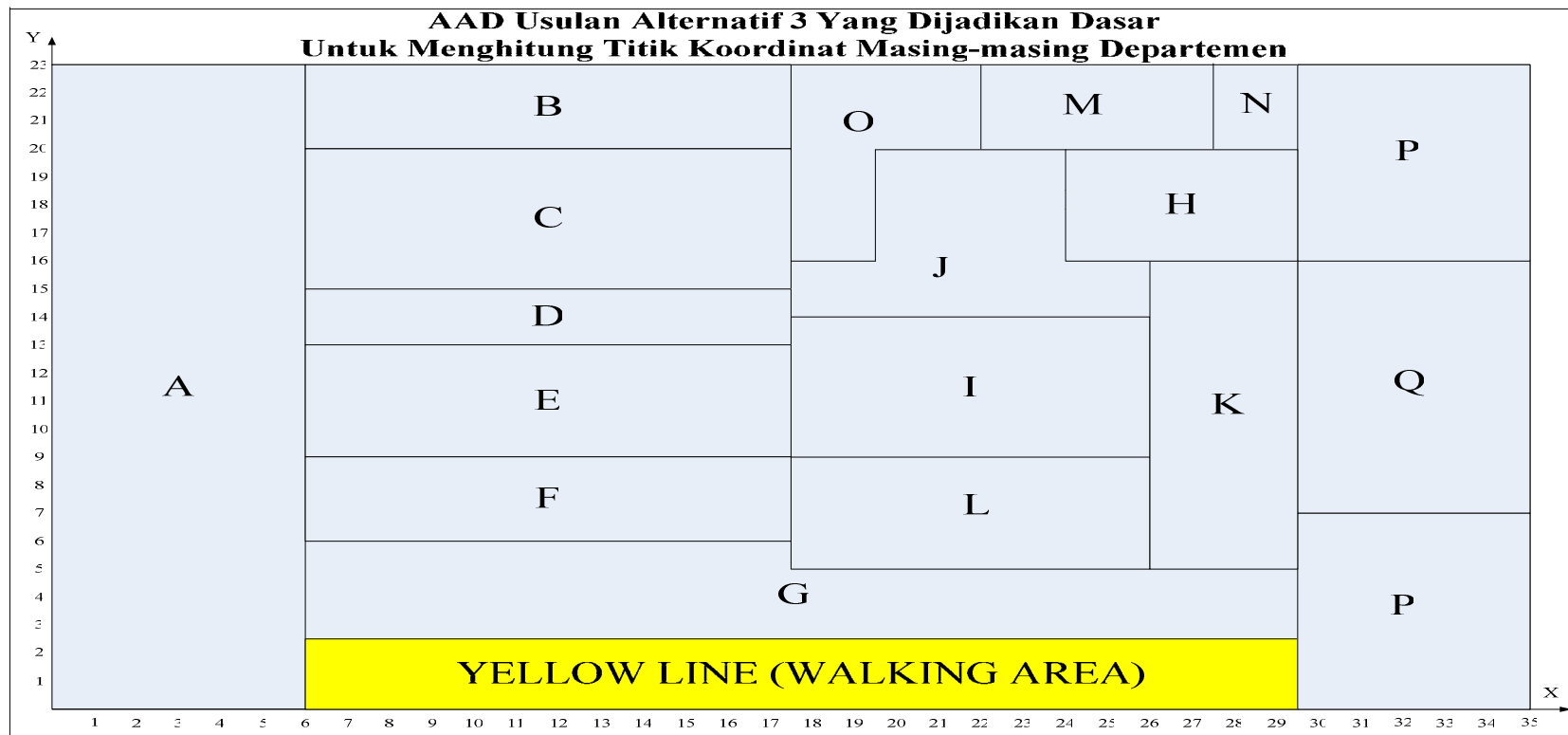
Gambar berikut adalah AAD usulan alternatif 3



Gambar 4.21 AAD usulan alternatif 3

Langkah berikut adalah menghitung jarak antar departemen untuk dapat mencari total ongkos *material handling*-nya. Untuk menghitung jarak antar departemen maka dibutuhkan titik koordinat masing-masing departemen.

Gambar berikut adalah gambar AAD usulan alternatif 3 sebagai dasar untuk menghitung titik koordinat masing-masing departemen.



Gambar 4.22 AAD untuk menghitung jarak antar departemen usulan alternatif 3

Tabel berikut adalah tabel titik koordinat masing-masing departemen usulan alternatif 3.

Tabel 4.24 titik koordinat masing-masing departemen usulan alternatif 3

No	Nama Departemen	Panjang (m)	Lebar (m)	Titik Koordinat				Titik Pusat	
				X _a	X _b	Y _a	Y _b	X	Y
A	Gudang	23,00	6,00	0,00	6,00	0,00	23,00	3,00	11,50
B	Dudukan <i>wire roll</i>	11,50	3,00	6,00	17,50	20,00	23,00	11,75	21,50
C	Mesin potong (cutting)	11,50	5,00	6,00	17,50	13,00	20,00	11,75	16,50
D	Meja <i>wire 1</i>	11,50	2,00	6,00	17,50	13,00	15,00	11,75	14,00
E	Mesin pemanas (<i>temparo</i>)	11,50	4,50	6,00	17,50	9,00	13,00	11,75	11,00
F	Meja <i>wire 2</i>	11,50	3,50	6,00	17,50	6,00	9,00	11,75	7,50
G	Mesin <i>rotary</i>	23,50	2,50	6,00	29,50	2,50	5,00	17,75	3,75
H	<i>Gluing Preama+ Cap Melting</i>	5,50	4,00	24,00	29,50	16,00	20,00	26,75	18,00
I	<i>Injection molding</i>	8,50	4,00	17,50	26,00	9,00	14,00	21,75	11,50
J	Meja inspeksi	6,00	4,50	19,50	24,00	14,00	20,00	21,75	17,00
K	<i>Package (storage)</i>	11,00	3,50	26,00	29,50	5,00	16,00	27,75	10,50
L	<i>Storage</i>	8,50	4,00	17,50	26,00	3,00	9,00	21,75	6,00
M	<i>Maintenance</i>	5,50	3,00	22,00	27,50	20,00	23,00	24,75	21,50
N	<i>Washtoffel</i>	3,00	2,00	27,50	29,50	20,00	23,00	28,50	21,50
O	<i>Office</i>	4,50	3,00	17,50	22,00	20,00	23,00	19,75	21,50
P1	<i>Toilet 1</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	16,00	23,00	32,25	19,50
P2	<i>Toilet 2</i>	7,00	5,50	29,50	35,00	0,00	7,00	32,25	3,50
Q	<i>Mosque</i>	9,00	5,50	29,50	35,00	7,00	16,00	32,25	11,50
YL	<i>Yellow line</i>	23,50	2,50	6,00	29,50	0,00	2,50	17,75	1,25

Dari koordinat titik pusat masing-masing departemen hasil rancangan tata letak usulan alternatif 3, maka dapat dihitung jarak antar sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Jarak A ke B} &= (\text{titik pusat } X_B - \text{titik pusat } X_A) + (\text{titik pusat } Y_B - \text{titik pusat } Y_A) \\ &= (11,75 - 3) + (21,5 - 11,5) \\ &= 18,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen B ke C} &= (11,75 - 11,75) + (21,5 - 16,5) \\ &= 5,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen C ke D} &= (11,75 - 11,75) + (16,5 - 14) \\ &= 2,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen D ke E} &= (11,75 - 11,75) + (14 - 11) \\ &= 3,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen E ke F} &= (11,75 - 11,75) + (11 - 7,5) \\ &= 3,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen F ke G} &= (17,75 - 11,75) + (7,5 - 3,75) \\ &= 9,75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen F ke H} &= (26,75 - 11,75) + (18 - 7,5) \\ &= 25,5 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen G ke J} &= (21,75 - 17,75) + (17 - 3,75) \\ &= 9,25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke I} &= (26,75 - 21,75) + (18 - 11,5) \\ &= 11,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen H ke J} &= (26,75 - 21,75) + (18 - 17) \\ &= 6,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen I ke J} &= (21,75 - 21,75) + (17 - 11,5) \\ &= 5,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke H} &= (26,75 - 21,75) + (18 - 17) \\ &= 6,00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen J ke K} &= (27,75 - 21,75) + (17 - 10,5) \\ &= 0,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar departemen K ke A} &= (27,75 - 3) + (10,5 - 11,5) \\ &= 23,75 \text{ m}\end{aligned}$$

Tahap terakhir adalah menghitung total ongkos *material handling*. Tabel berikut menggambarkan hasil perhitungannya.

Tabel 4.26 Total ongkos *material handling* usulan alternatif 3

TOTAL ONGKOS MATERIAL HANDLING ALTERNATIF 3						
Dari	Ke	Frekuensi	Alat	OMH (Rp/m)	Jarak (m)	Total (Rp)
Gudang	Dudukan <i>wire roll</i>	1	<i>Hand lift</i>	11,973	18,75	224,49
Dudukan <i>wire roll</i>	Mesin potong	1	Manusia	3,325	5,00	16,63
Mesin potong	Meja <i>wire 1</i>	38	Manusia	3,325	2,50	315,88
Meja <i>wire 1</i>	Mesin pemanas	19	Manusia	3,325	3,00	189,53
Mesin pemanas	Meja <i>wire 2</i>	19	Manusia	3,325	3,50	221,11
Meja <i>wire 2</i>	Mesin <i>rotary</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	9,75	331,99
	<i>Praima & Melting</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	25,50	868,28
Mesin <i>rotary</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	9,25	472,44
<i>Praima & Melting</i>	<i>Injection molding</i>	2	<i>Trolley</i>	17,025	11,50	391,58
	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	6,00	306,45
<i>Injection molding</i>	Meja inspeksi	3	<i>Trolley</i>	17,025	5,50	280,91
Meja inspeksi	<i>Praima & Melting</i>	3	<i>Trolley</i>	17,025	6,00	306,45
	<i>Package (storage)</i>	1	<i>Trolley</i>	17,025	0,50	8,51
<i>Package (storage)</i>	Gudang	1	<i>Hand lift</i>	11,973	23,75	284,36
Total Ongkos Material Handling 1 hari					Rp	4218,60

Dari hasil perhitungan bahwa dengan tata letak usulan alternatif 3 total ongkos *material handling* yang terjadi adalah **Rp 4218,60** per hari.

BAB V

HASIL DAN ANALISA

5.1. Hasil Perhitungan.

Tata letak pabrik (*layout*) yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal juga akan menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Peralatan dan desain produk yang bagus tidak akan ada artinya akibat perencanaan *layout* yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil. Pada dasarnya tujuan utama dalam *design* tata letak pabrik adalah untuk meminimalkan total biaya, salah satunya adalah biaya *material handling*.

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat 3 alternatif tata letak usulan yaitu:

- d. Tata letak baru dengan perhitungan manual dan *inputnya* adalah tata letak yang sekarang (awal).
- e. Tata letak baru dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak yang sekarang (awal).
- f. Tata letak baru dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak hasil usulan nomor 1.

Untuk mempermudah memilih *layout* mana yang akan dipilih dari 3 usulan tata letak baru, maka rekapitulasi total ongkos *material handling* dari masing-masing usulan ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 4.29 Tabel perbandingan OMH masing-masing usulan

<i>Layout</i>	Total OMH per hari	Pengurangan ongkos dari tata letak awal
Awal	Rp 5366,15	-
Alternatif 1	Rp 3831,72	28,59 % per hari
Alternatif 2	Rp 4652,90	13,29 % per hari
Alternatif 3	Rp 4218,60	21,38 % per hari

Dengan demikian usulan tata letak yang terpilih berdasarkan total ongkos *material handling* yang paling kecil adalah usulan alternatif 1 yaitu tata letak baru dengan perhitungan manual dan *inputnya* adalah tata letak awal dengan total *ongkos material handling* per hari Rp 3831,72.

5.2. Analisa Perhitungan Yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan 2 jenis perhitungan untuk menghasilkan usulan tata letak baru. Kedua jenis perhitungan tersebut adalah perhitungan manual dan perhitungan menggunakan algoritma CRAFT.

1. Perhitungan manual

Perhitungan manual yang dimaksud disini adalah usulan perbaikan tata letak berdasarkan prioritas kedekatan departemen yaitu berdasarkan skala prioritas. Dimana suatu departemen harus didekatkan dengan departemen lainnya agar ongkos *material handling* menjadi lebih kecil, karena skala prioritas disusun berdasarkan koefisien ongkos yang terbesar. Jadi departemen yang mempunyai koefisien ongkos yang besar tersebut harus didekatkan letaknya agar ongkos yang besar tersebut menjadi lebih kecil.

Usulan tata letak dengan perhitungan manual ada 1 alternatif yaitu:

- Tata letak baru yang menggunakan *input* tata letak sekarang disebut usulan alternatif 1.

2. Perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT

Selain mengusulkan tata letak dengan perhitungan manual, dalam penelitian ini juga diusulkan tata letak dengan perhitungan menggunakan alat bantu algoritma CRAFT. Algoritma CRAFT melakukan penataletakan dengan melakukan pertukaran antar departemen. Pertukaran yang dilakukan adalah pertukaran 2 departemen, pertukaran 3 departemen, pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen dan pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen. Algoritma CRAFT melakukan pertukaran antar departemen yang mempunyai luas yang sama atau mempunyai batasan yang dekat. Tata letak yang ditampilkan adalah tata letak yang mempunyai pengurangan ongkos.

Untuk perhitungan algoritma CRAFT itu sendiri menggunakan bantuan *software Win QSB modul facility location and layout*. Sama seperti *software-software* lainnya, *software Win QSB modul facility location and layout* ini juga memiliki keterbatasan. Keterbatasan yang dimaksud yaitu *software* ini tidak menerima nilai desimal untuk titik koordinat yang berfungsi sebagai penggambaran letak masing-masing departemen. Jadi dalam penelitian ini, setiap titik koordinat dikali 2 atau dibulatkan untuk bisa menjalankan *software* yang memuat algoritma CRAFT.

Input algoritma CRAFT adalah data jumlah departemen yang akan dipertukarkan, kode departemen, titik koordinat masing-masing departemen dan ongkos *material handling* yang terjadi yang dirangkum dalam *move cost chart*.

Usulan tata letak yang menggunakan perhitungan dengan algoritma CRAFT ini ada 2 buah usulan yaitu:

- Tata letak baru yang menggunakan *input* tata letak sekarang disebut usulan alternatif 2.
- Tata letak baru yang menggunakan *input* tata letak hasil usulan alternatif 1 disebut usulan alternatif 3.

5.3. Analisa Tata Letak Awal

Tata letak awal yang dimaksud disini adalah tata letak sekarang, jika tata letak lantai produksi PT. Utax Indonesia tetap seperti sekarang dan tidak berubah akan memakan ongkos *material handling* yang cukup besar. Dari pengolahan data diketahui total ongkos *material handling* per harinya adalah Rp. 5366,15. Karena ongkos berbanding lurus dengan jarak, dengan demikian jarak yang ditempuh oleh operator cukup panjang. Jika operator cukup lama meninggalkan mesin produksinya, diperkirakan akan mengganggu kelancaran produksi dan kualitas produk.

5.4. Analisa Usulan Alternatif 1

Seperti yang tertera di atas bahwa usulan alternatif 1 ini adalah usulan tata letak baru dengan perhitungan manual dan yang dijadikan dasar perhitungannya atau *inputnya* adalah tata letak awal.

Dari tata letak awal diketahui total ongkos *material handlingnya*, kemudian dihitung *from to chart*, *outflow*, skala prioritas dan terakhir dilakukan penyusunan departemen-departemen yang ada di lantai produksi. Hasil dari penyusunan ini adalah *Area Allocation Diagram (AAD)*. AAD yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 4.12.

Dari AAD dapat dilihat bahwa departemen yang mempunyai skala prioritas utama pada tabel skala prioritas sudah didekatkan. Untuk tabel skala prioritas itu sendiri dapat dilihat pada tabel 4.11 Sebagai contoh pada tabel skala prioritas diketahui bahwa departemen A (gudang) harus dekat dengan departemen B (*wire rollt*), departemen F (meja *wire II*) harus dekat dengan departemen H (*Gluing Praima* dan *Cap Melting*) dan lain-lain, pada AAD departemen-departemen tersebut sudah didekatkan letaknya. Demikian juga halnya dengan departemen-departemen lain yang harus didekatkan letaknya.

Proses aliran *material* untuk usulan tata letak alternatif 1 ini sudah cukup optimal ditandai dengan tidak ada lagi aliran yang tidak beraturan (gambar 4.11). Yang utama adalah dari segi ongkos *material handlingnya*, usulan tata letak alternatif 1 ini ongkosnya jauh lebih kecil dari ongkos tata letak awal yang berarti juga jarak perpindahan *material* cukup pendek.

Dari pengolahan data diketahui bahwa ongkos *material handlingnya* adalah Rp 3831,72 per hari. Ini berarti terjadi pengurangan ongkos sebesar Rp 1534,44 yaitu 28,59 %. Hal ini disebabkan karena pada tata letak awal masing-masing departemen yang berhubungan karena adanya aliran *material* letaknya berjauhan, sedangkan pada tata letak usulan alternatif 1 ini letak departemen-departemen

tersebut sudah didekatkan. Ini tentu saja berpengaruh besar terhadap ongkos *material handling*nya.

5.5. Analisa Usulan Alternatif 2

Tata letak usulan alternatif 2 ini adalah tata letak baru dengan perhitungan menggunakan algoritma CRAFT dan *inputnya* adalah tata letak awal.

Untuk pertukaran 2 departemen, algoritma CRAFT melalui 7 kali iterasi baru menghasilkan solusi tata letak akhir dengan total biaya tata letak akhir adalah Rp 128444,30. Untuk pertukaran pertukaran 3 departemen algoritma CRAFT mencapai hasil akhir setelah melalui 1 kali iterasi dengan total biaya tata letak akhir Rp 136329,20. Sedangkan untuk pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen, hasil tata letak dan iterasinya sama dengan pertukaran 2 departemen. Alasannya karena tidak terdapat 3 departemen yang akan dipertukarkan, jadi yang dipertukarkan hanya yang 2 departemen sekaligus, dengan total biaya tata letak akhir adalah Rp 128444,30.

Sedangkan untuk pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen algoritma CRAFT mendapatkan 5 iterasi dengan biaya tata letak akhir adalah Rp 128902,90.

Dengan demikian alternatif pertukaran departemen yang terpilih adalah pertukaran 2 departemen dan pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen karena menghasilkan total biaya yang paling kecil. Tata letak hasil algoritma CRAFT perlu digambar lagi agar lebih sempurna. Dari tata letak ini didapatkan total ongkos *material handling* riilnya adalah Rp 4652,90 per hari. Diketahui bahwa pada tata letak usulan alternatif 2 ini terjadi pengurangan ongkos *material handling* dari tata letak awal. Pengurangan yang terjadi adalah Rp 713,25 yaitu sebesar 13,29 %.

Hal ini disebabkan karena algoritma CRAFT hanya mempertukarkan letak sejumlah departemen yang berdekatan atau mempunyai luas yang sama. Bukan mendekatkan departemen yang seharusnya berdekatan karena adanya aliran *material*.

5.6. Analisa Usulan Alternatif 3

Tata letak usulan alternatif 3 ini sama perhitungannya sama dengan tata letak usulan alternatif 2 yaitu menggunakan alat bantu algoritma CRAFT. Bedanya adalah usulan alternatif 3 ini menggunakan *input* tata letak hasil usulan alternatif 1, sedangkan usulan alternatif 2 menggunakan *input* tata letak awal. Hal ini dilakukan dengan maksud mengharapkan alternatif tata letak yang lebih baik.

Pada pertukaran 2 departemen algoritma CRAFT memberikan 9 iterasi sebelum mencapai tata letak akhir, dimana tata letak akhir mempunyai total ongkos Rp 120149,00. Untuk pertukaran pertukaran 3 departemen algoritma CRAFT mencapai hasil akhir setelah melalui 4 kali iterasi dengan total biaya tata letak akhir Rp 122933,30. Sedangkan untuk pertukaran 2 departemen diikuti 3 departemen, hasil tata letak dan iterasinya sama dengan pertukaran 2 departemen. Alasannya yaitu tidak terdapat 3 departemen yang akan dipertukarkan, jadi yang dipertukarkan hanya yang 2 departemen sekaligus dimana tata letak akhir mempunyai total ongkos Rp 120149,00. Dan untuk pertukaran 3 departemen diikuti 2 departemen algoritma CRAFT mendapatkan 8 iterasi dengan biaya tata letak akhir adalah Rp 1215496,70.

Total ongkos *material handling* tata letak akhir hasil perhitungan algoritma CRAFT (usulan alternatif 3) jika dibandingkan dengan total ongkos *material handling* tata letak awal memang memberikan pengurangan sebesar Rp 1147,55 yaitu 21,38 %. Tetapi jika dibandingkan dengan *inputnya* yaitu tata letak usulan alternatif 1, usulan alternatif ini mempunyai total ongkos *material handling* yang lebih besar yang mana mengalami kenaikan sebesar Rp 386,88 atau 10,09 %.

Walaupun mengalami kenaikannya yang tidak begitu besar jika dilihat dari segi aliran *material*, usulan alternatif 1 yang merupakan *input* untuk usulan alternatif 3 ini masih lebih baik dan lebih teratur dibandingkan dengan usulan alternatif 3. Pada usulan alternatif 3, terlihat jelas bentuk aliran *materialnya* yang tidak beraturan dan cukup rumit (gambar 4.23). Hal ini menyebabkan kelancaran jalur aliran *material* tidak optimal dan terganggu.

5.7. Analisa Usulan Alternatif Yang Terpilih

Dari ketiga tata letak usulan alternatif yang ada, tata letak yang terpilih adalah usulan alternatif 1 yaitu tata letak baru dengan perhitungan manual dan yang dijadikan dasar perhitungannya atau *inputnya* adalah tata letak awal. Usulan alternatif 1 ini terpilih karena:

1. Memberikan total ongkos *material handling* paling kecil dibandingkan kedua usulan alternatif yang lain (untuk lebih jelas lihat tabel 4.29). Selain itu dari tata letak awal memberikan total penurunan ongkos *material handling* sebesar Rp 1534,44 yaitu 28,59 %.
2. Dari segi aliran *material*, usulan alternatif 1 ini juga lebih baik dari keempat usulan alternatif yang lain. Usulan alternatif 1 lebih optimal, ditandai dengan tidak terdapat lagi aliran *material* yang tidak beraturan dan bentuk aliran *materialnya* sejalur (tidak bolak-balik).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu

1. Dari 3 alternatif tata letak baru yang diusulkan, yang memenuhi kriteria Ongkos *Material Handling* (OMH) terkecil dan aliran yang optimal adalah tata letak baru usulan alternatif 1, yaitu tata letak usulan dengan perhitungan manual dan menggunakan *input* tata letak awal. Dengan tata letak usulan alternatif 1 ini terjadi pengurangan total ongkos *material handling* sebesar Rp 1534,44 per hari atau 28,59 % dari tata letak awal, dan total ongkos *material handling* paling kecil dari alternatif yang lainnya.
2. Besar kecilnya total ongkos *material handling* dalam penelitian ini dipengaruhi oleh 2 hal yaitu jarak perpindahan *material* dan frekuensi aliran *material*. Jika jarak yang ditempuh operator pada kegiatan *material handling* pendek, dapat mempengaruhi kinerja operator karena waktu untuk meninggalkan mesin produksi tidak terlalu lama.
3. Aliran *material* yang optimal ditandai oleh:
 - Kecilnya ongkos *material handling*
 - Letak departemen yang teratur/berdekatan menurut aliran *material*.
 - Jalur aliran *material*nya teratur atau berurutan, tidak bolak balik.

6.2. Saran

Beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan khususnya PT. Utax Indonesia dalam memperbaiki kondisi perusahaan secara umum dan *mere-layout* lantai produksi secara khusus adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya penelitian ini dilanjutkan ke tahap implementasi dengan menghitung segala biaya perubahan atau perbaikan tata letak mesin/fasilitas, sebab pada penelitian ini tidak dilakukan karena keterbatasan waktu dan biaya.

2. Dalam melakukan perubahan yang berkaitan dengan proses produksi langsung maupun tidak langsung yang akan dilakukan akan berpengaruh terhadap perusahaan, sehingga perencanaan atau jadwal perubahan harus benar-benar terencana dengan perhitungan yang matang pada waktu yang tepat.
3. Diharapkan kepada perusahaan agar menerapkan konsep standar industri nasional, misalnya kedisiplinan jam kerja, kedisiplinan karyawan, selalu mempertahankan serta meningkatkan kualitas produk.
4. Diharapkan kepada perusahaan agar memperhatikan lingkungan tempat kerja, seperti pencahayaan, pertukaran udara, kebersihan serta hal-hal lain yang mungkin bisa meningkatkan produktifitas pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M., *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan : Edisi Ketiga*, ITB Bandung, Bandung, 1990.
- Husein, Ir. Torik., *Modul Perancangan Tata Letak Pabrik*, Universitas Mercu Buana, Jakarta, 2005.
- Purnomo, Hari., *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- Wignjosoebroto, Sritomo., *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan : Edisi Ketiga : Cetakan Ketiga*, Guna Widya, Surabaya, 2003.
- Wignjosoebroto, Sritomo., *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*, Guna Widya, Surabaya, 2003.