

**USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* PERTAMBAHAN
MENGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN
ALGORITMA CRAFT**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Industri dari Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Pasundan**

Oleh

GUSTI SHYLLENDRA

NRP: 143010221



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN**

2020

USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* PERTAMBANGAN MENGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN ALGORITMA CRAFT

GUSTI SHYLLENDRA
NRP: 143010221

ABTRAKSI

Perusahaan X merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan logam, khususnya tembaga. Dalam proses produksinya terdapat 9 departemen produksi yang digunakan dalam proses pengolahannya. Namun kenyataannya pada proses produksinya terdapat permasalahan pemborosan yang disebabkan oleh tata letak yang tidak baik yang terjadi pada Perusahaan X, hal ini dikarenakan adanya tata letak departemen produksi yang memiliki jarak perpindahan yang terlampau jauh sehingga berimbas pada besarnya ongkos material handling yang dikeluarkan. Atas dasar masalah tersebut maka diperlukan adanya pengaturan ulang jalur material agar lebih baik dan sesuai. Dengan cara merancang ulang tata letak departemen/fasilitas yang ada sebelumnya, agar dapat meminimalkan jarak perpindahan serta ongkos material handling yang dikeluarkan. Pemecahan masalah tersebut dilakukan dengan menggunakan pengolahan data Metode Konvensional dan dilanjutkan dengan pengolahan data Algoritma CRAFT yang dibantu menggunakan Software WinQSB. Pengolahan data Metode Konvensional dilakukan untuk menentukan layout alternatif usulan/revisi yang mempunyai jarak perpindahan dan ongkos material handling minimum. Kemudian selanjutnya dilakukan pengolahan data Algoritma CRAFT untuk merelayout layout hasil dari Metode Konvensional agar menghasilkan layout yang lebih mendekati optimum dengan menggunakan ke-4 tipe pertukaran layout yang ada. Berdasarkan hasil pengolahan data serta analisa yang dilakukan, terdapat perubahan departemen B,C,D,E,F,G, dan I serta pemindahan SP1 dan SP2. Dan dengan adanya perubahan tata letak departemen tersebut jalur yang dilalui dari setiap departemen dan laju perpindahan yang dilakukan menjadi lebih pendek, tertata, dan sederhana dikarenakan pola aliran materialnya membentuk pola seperti huruf L, tidak seperti layout awalnya yang terlalu panjang dan bekelok-kelok, hal ini terjadi dikarenakan adanya pemotongan jarak dari layout awalnya, yang semula 102 meter menjadi 87 meter. Maka dari hasil tata letak usulan terpilih yang mendekati optimum dari perubahan departemen tersebut memiliki total ongkos perpindahan material yang dikeluarkan per harinya, yaitu sebesar Rp. 2,103,024 dan total jarak perpindahannya yaitu 87 meter.

Kata kunci: Perancangan Tata Letak Fasilitas, Metode Konvensional, Algoritma CRAFT.

USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* PERTAMBANGAN MENGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN ALGORITMA CRAFT

GUSTI SHYLLENDRA
NRP: 143010221

ABSTRACT

Company X is a company engaged in metal mining, especially copper. In the production process there are 9 production departments that are used in the processing process. But in reality in the production process there are problems of waste caused by an unfavorable layout that occurs in Company X, this is due to the layout of the production department that has too much moving distance so that it impacts on the amount of material handling costs incurred. On the basis of these problems, it is necessary to re-adjust the material path so that it is better and more suitable. By re-designing the layout of departments/facilities that existed before, so as to minimize the distance of movement and material handling costs incurred. Solving these problems is done by using Conventional Method of data processing and continued by processing CRAFT Algorithm data which is assisted using WinQSB software. Data processing Conventional Methods are carried out to determine alternative layout proposals/revisions that have minimum displacement distances and material handling costs. Then the CRAFT Algorithm data processing is then performed to relay the layout of the results of the Conventional Method in the order to produce a layout that is closer to optimum by using the 4 existing layout exchange types. Based on the results of data processing and analysis conducted, there were changes in departments B, C, D, E, F, G, H, and I as well as the removal of SP1 and SP2. And with the changes in the layout of the department the path taken by each department and the rate of movement made is shorter, orderly, and simpler because the material flow patterns form a patterns like the letter L, unlike the initial layout which is too long and twisted things, this happens because there is a cut in distance from the original layout, which was originally 102 meters to 87 meters. So from the layout of the selected proposals approaching the optimum from the changes in the department has a total cos of material movement issued of day amounting to Rp. 2,103,024 and the total displacement distance is 87 meters.

Keywords: Facility Layout Design, Conventional Methods, CRAFT Algorithm.

**USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* PERTAMBAHAN
MENGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN
ALGORITMA CRAFT**

Oleh

Gusti Shyllendra

NRP : 143010221

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal

Pembimbing

Penelaah

(Ir. Dedeh Kurniasih, MT)

(Ir. Edi Gunadi, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Ir. M. Nurman Helmi, DEA

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Sarjana yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Pasundan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi keperustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atas seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.



PERNYATAAN

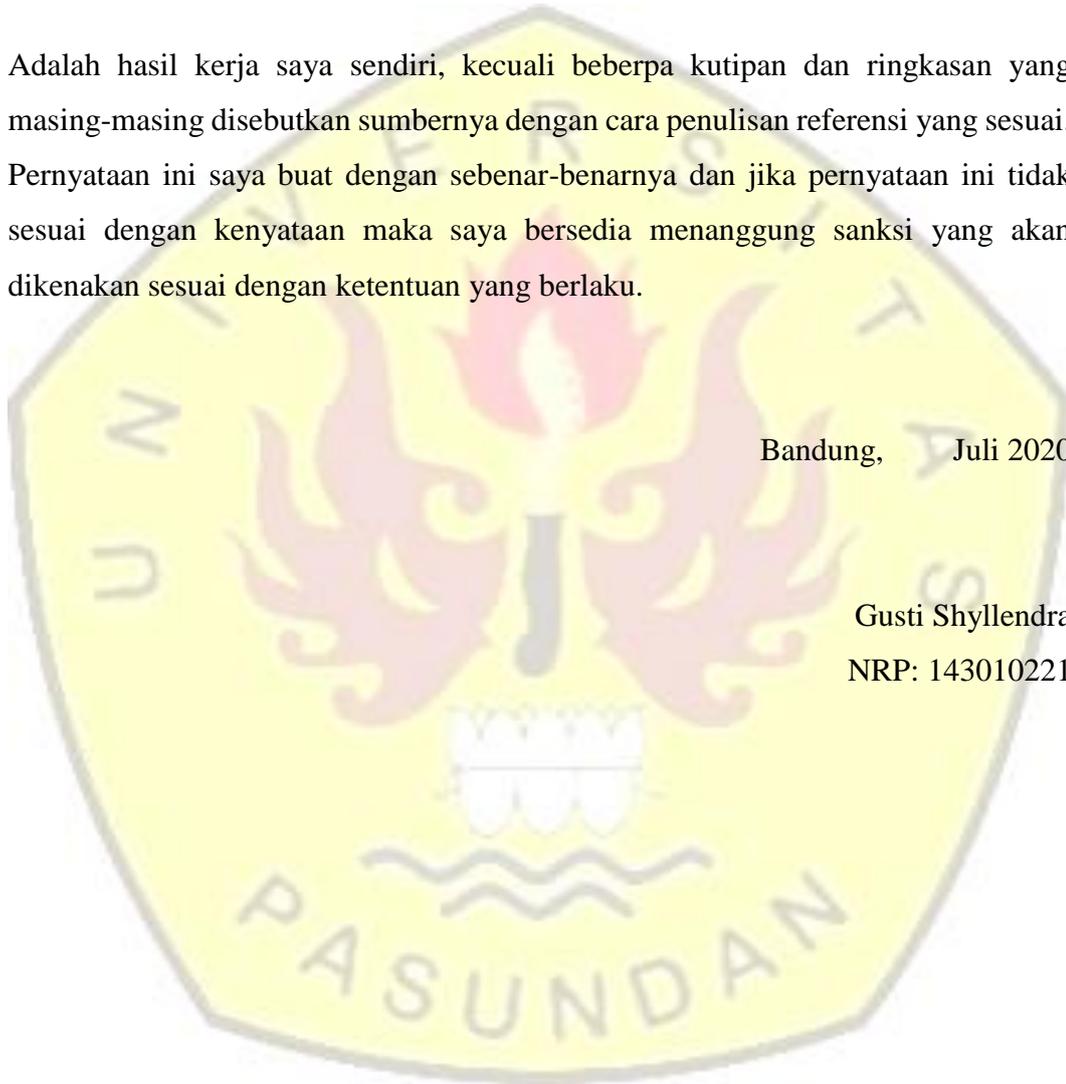
Dengan ini Saya menyatakan bahwa Judul Tugas Akhir:

USULAN PERBAIKAN *LAYOUT* PERTAMBAHAN MENGGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN ALGORITMA CRAFT

Adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali beberpa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya dengan cara penulisan referensi yang sesuai. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Bandung, Juli 2020

Gusti Shyllendra
NRP: 143010221



Dipersembahkan untuk papah, mamah, adik, dan keluarga besar Djarum serta IdikIning. Semoga anakmu ini bisa menjadi orang soleh dan bermafaat bagi orang banyak. Aamiin



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pertama-tama penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT karena dengan segala nikmatnya yang telah diberikan, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Perusahaan X ini yang berjudul **“USULAN PERBAIKAN LAYOUT PERTAMBANGAN MENGGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN ALGORITMA CRAFT”**. Salawat serta salam semoga terlimpahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya dan mudah-mudahan sampai kepada kita selaku umatnya hingga akhir zaman. Aamiin.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi untuk meraih gelar sarjana Teknik Industri di Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Dan semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan bagi pembaca dalam keilmuan Perancangan Tata Letak Fasilitas pada bidang pertambangan serta mudah-mudahan penelitian Tugas Akhir ini masih bisa kembangkan serta ditindak lanjuti dikemudian hari.

Selama pembuatan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih untuk semua pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Papah, Mamah, Adik, keluarga besar Djarkosih Erum, serta Idik Ining yang selalu mendoakan penulis, membatu penulis baik dari materil, moril dan kasih sayangnya.
2. Ibu Ir. Dedeh Kurniasih, MT. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu serta pemikirannya untuk membantu dan membimbing penulis tanpa pernah lelah serta penuh kesabaran. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Edi Gunadi, MT. Selaku dosen penelaah Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu serta pemikirannya untuk membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Ir. M. Nurman Helmi, DEA selaku Ketua Program Studi Teknik Indutri Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

5. Ir. Bram Andryanto, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
6. Bapak Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT. sebagai Koordinator KP/TA yang telah memberi arahan mengenai Tugas Akhir kepada penulis.
7. Ir. Bram Andryanto, MT. Selaku dosen wali penulis selama masa perkuliahan.
8. Bapak Oji selaku Kepala Produksi Perusahaan X yang telah membantu dan membimbing penulis selama observasi dilapangan.
9. Dosen pengajar Program Studi Teknik Industri yang telah meluangkan waktunya untuk mengajarkan penulis tentang keilmuan teknik industri selama masa perkuliahan.
10. Para staff Program Studi Teknik Industri yang membantu penulis mengenai administrasi selama masa perkuliahan.
11. Seluruh jajaran Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
12. Kepada sahabat-sahabat penulis yang selalu memotivasi penulis agar lebih giat lagi dalam mengerjakan Laporan Tugas Akhir ini.
13. Kepada teman-teman Teknik industri angkatan 2014, keluarga besar BIG BROTHER FOREVER yang selalu mendukung tanpa pernah bosan
14. Kepada kakak dan adik-adik Teknik Industri yang selalu mendukung penulis
15. Kepada Keluarga Himpunan Mahasiswa Teknik Industri dan Federasi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Pasundan yang telah memberikan penulis pengalaman organisasi dan informasi-informasi selama masa perkuliahan.
16. Kepada Laboratorium Perancangan Sistem Industri II.
17. Kepada Keluarga Mahasiswa Lebak (KUMALA) yang selalu memberikan dukungannya setiap waktu kepada penulis.
18. Dan kepada seluruh rekan-rekan atau pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk semua yang membacanya, khususnya untuk penulis sendiri. Penulis tahu bahwa laporan yang telah penulis buat jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang sifatnya membangun agar kedepannya bisa menjadi lebih baik lagi.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandung, Juli 2020
Penulis

Gusti Shyllendra
NRP: 143010221



DAFTAR ISI

ABTRAKSI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
Bab I Pendahuluan.....	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-7
I.3 Tujuan Penelitian.....	I-7
I.4 Manfaat Penelitian.....	I-7
I.5 Lingkup Pembahasan.....	I-7
I.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	I-8
Bab II Landasan Teori.....	II-1
II.1 Perancangan Tata Letak Fasilitas.....	II-1
II.1.1 Pengertian Perancangan Tata Letak Fasilitas.....	II-1
II.1.2 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas.....	II-1
II.1.3 Prinsip-Prinsip Dasar dalam Perancangan Tata Letak Fasilitas....	II-3
II.1.4 Prosedur Perancangan Tata Letak Fasilitas.....	II-5
II.2 Tata Letak Fasilitas.....	II-6
II.2.1 Pengertian Tata Letak Fasilitas.....	II-6
II.2.2 Tipe-tipe Tata Letak Fasilitas Pabrik.....	II-6
II.2.3 Jenis-jenis Persoalan Tata Letak Fasilitas.....	II-12
II.2.4 Permasalahan Tata Letak Pada Sistem Manufaktur.....	II-13
II.2.5 Tanda-Tanda Tata Letak yang Baik.....	II-16
II.3 <i>Material Handling</i>	II-17
II.3.1 Pengertian <i>Material Handling</i>	II-17
II.3.2 Tujuan <i>Material Handling</i>	II-19
II.3.3 Prinsip-prinsip <i>Material Handling</i>	II-19
II.3.4 Peralatan <i>Material Handling</i>	II-20

II.3.5	Pengaruh Pemindehan Bahan Pada Perencanaan Tata Letak Pabrik.....	II-22
II.3.6	Ongkos <i>Material Handling</i>	II-24
II.4	Peta Dari-Ke (<i>From-To Chart</i>).....	II-25
II.5	<i>Activity Relationship Diagram (ARD)</i>	II-28
II.6	Peta Hubungan Aktivitas	II-28
II.7	<i>Area Allocation Diagram (AAD)</i>	II-31
II.8	Pengukuran Jarak (<i>Distance Measurement</i>).....	II-32
II.9	Algoritma CRAFT	II-34
Bab III	Usulan Pemecahan Masalah	III-1
III.1	Model Pemecahan Masalah	III-1
III.2	Langkah-langkah Pemecahan Masalah.....	III-2
Bab IV	Pengumpulan dan Pengolahan Data	IV-1
IV.1	Pengumpulan Data	IV-1
IV.1.1	Data Jumlah dan luas Departemen/Fasilitas Produksi	IV-1
IV.1.2	Data Aliran Bahan	IV-3
IV.1.3	Data Jarak Antar Departemen/Fasilitas	IV-4
IV.1.4	Data <i>Material Handling</i>	IV-5
IV.1.5	Data Waktu Perpindahan <i>Material Handling</i>	IV-6
IV.1.6	Data Biaya Perpindahan <i>Material</i>	IV-7
IV.2	Pengolahan Data	IV-9
IV.2.1	Membuat Ongkos <i>Material Handling</i> Awal	IV-9
IV.2.2	Pengolahan Data Menggunakan Metode Konvensional	IV-11
IV.2.3	Perbandingan Ongkos <i>Material handling</i> Tata Letak Awal dengan Ongkos <i>Material Handling</i> Tata Letak Usulan/Revisi	IV-23
IV.2.4	Pengolahan Data Menggunakan Metode Algoritma CRAFT dengan <i>Software WinQSB</i>	IV-24
Bab V	Analisis dan Pembahasan.....	V-1
V.1	Analisis Penentuan Tata Letak <i>Layout</i> Terpilih	V-1
Bab VI	Kesimpulan dan Saran	VI-1
VI.1	Kesimpulan	VI-1
VI.2	Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Template Perusahaan X	I-3
Gambar II. 1 Product Layout (Wignjosoebroto, 2009)	II-8
Gambar II. 2 Process Layout (Wignjosoebroto, 2009)	II-9
Gambar II. 3 Group Technology Layout (Wignjosoebroto, 2009)	II-11
Gambar II. 4 Fixed Layout (Wignjosoebroto, 2009)	II-12
Gambar II. 5 Pola Garis Lurus (Apple 1990).....	II-22
Gambar II. 6 Pola aliran bentuk L (Apple 1990)	II-23
Gambar II. 7 Pola aliran bentuk U (Apple 1990).....	II-23
Gambar II. 8 Pola aliran bentuk O (Apple 1990).....	II-23
Gambar II. 9 Pola aliran bentuk S (Apple 1990)	II-24
Gambar II. 10 Activity Relationship Chart (Wignjosoebroto, 2009).....	II-30
Gambar II. 11 Jarak Euclidean (Hadiguna, 2008).....	II-32
Gambar II. 12 Jarak Rectilinear (Hadiguna, 2008).....	II-33
Gambar III. 1 Flowchart Pemecahan Masalah.....	III-6
Gambar IV. 1 Layout Pertambahan Perusahaan X	IV-2
Gambar IV. 2 Alternatif Activity Relationship Diagram (ARD) 1.....	IV-15
Gambar IV. 3 Alternatif Activity Relationship Diagram (ARD) 2.....	IV-16
Gambar IV. 4 Activity Relationship Chart (ARC) Perusahaan X	IV-17
Gambar IV. 5 Area Allocation Diagram (AAD) Alternatif 1	IV-17
Gambar IV. 6 Area Allocation Diagram (AAD) Alternatif 2	IV-18
Gambar IV. 7 Input luas tata letak overflow	IV-24
Gambar IV. 8 Layout tata letak terpilih	IV-25
Gambar IV. 9 Program Facility Location and Layout	IV-26
Gambar IV. 10 Problem Spesification	IV-27
Gambar IV. 11 Functional Layout Information	IV-28
Gambar IV. 12 Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Departemens.....	IV-29

Gambar IV. 13 Initial Layout.....	IV-30
Gambar IV. 14 Final Layout Setelah Iterasi 0	IV-30
Gambar IV. 15 Analisis Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate.....	IV-31
Gambar IV. 16 Layout Distance Evaluate	IV-32
Gambar IV. 17 Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Departemens.....	IV-32
Gambar IV. 18 Initial Layout.....	IV-33
Gambar IV. 19 Final Layout Setelah Iterasi 0	IV-34
Gambar IV. 20 Analisis Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate.....	IV-35
Gambar IV. 21 Layout Distance Evaluate	IV-35
Gambar IV. 22 Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Then 3 Departemens.....	IV-36
Gambar IV. 23 Initial Layout.....	IV-37
Gambar IV. 24 Final Layout Setelah Iterasi 0	IV-37
Gambar IV. 25 Analisis Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate.....	IV-38
Gambar IV. 26 Layout Distance Evaluate	IV-39
Gambar IV. 27 Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Then 2 Departemens.....	IV-39
Gambar IV. 28 Initial Layout.....	IV-40
Gambar IV. 29 Final Layout Setelah Iterasi 0	IV-41
Gambar IV. 30 Analisis Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate.....	IV-42
Gambar IV. 31 Layout Distance Evaluate	IV-42
Gambar IV. 32 Final layout Algoritma CRAFT	IV-44
Gambar IV. 33 Template Akhir Pertambahan Perusahaan X	IV-45
Gambar V. 1 Layout Produksi Algoritma CRAFT	V-5
Gambar V. 2 Template Akhir Pertambahan Perusahaan X.....	V-6
Gambar VI. 1 Layout Usulan Terpilih	VI-1
Gambar VI. 2 Template Pertambahan.....	VI-2

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Keterangan nama departemen pada layout awal Perusahaan X	I-3
Tabel I. 2 Data aliran perpindahan material perusahaan X	I-4
Tabel I. 3 Referensi jurnal penelitian	I-5
Tabel II. 1 Prinsip – Prinsip Material Handling	II-19
Tabel II. 2 Standar Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas	II-30
Tabel II. 3 Kode dan Deskripsi Alasan	II-30
Tabel IV. 1 Data Jumlah dan Luas Departemen/Fasilitas Produksi Perusahaan X	IV-2
Tabel IV. 2 Data Aliran Bahan	IV-3
Tabel IV. 3 Data awal jarak antar departemen/fasilitas	IV-4
Tabel IV. 4 Material Handling	IV-5
Tabel IV. 5 Data Waktu Perpindahan Material Handling.....	IV-7
Tabel IV. 6 Data Biaya Lain-lain	IV-7
Tabel IV. 7 Data Biaya Perpindahan Material	IV-8
Tabel IV. 8 Ongkos Material Handling Awal	IV-10
Tabel IV. 9 From To Chart (FTC)	IV-12
Tabel IV. 10 From to chart inflow	IV-12
Tabel IV. 11 From to chart outflow	IV-13
Tabel IV. 12 TSP Berdasarkan Inflow	IV-14
Tabel IV. 13 TSP Berdasarkan Outflow	IV-14
Tabel IV. 14 Koordinat (X,Y) AAD Alternatif 1.....	IV-19
Tabel IV. 15 Koordinat (X,Y) AAD Alternatif 2.....	IV-20
Tabel IV. 16 Ongkos Material Handling Usulan/Revisi	IV-21
Tabel IV. 17 Perbandingan Ongkos Material Handling Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan/Revisi	IV-23
Tabel IV. 18 Informasi luas setiap departemen, location fixed, dan titik koordinat	IV-26
Tabel IV. 19 Hasil Akhir dari Rekap 4 Function Layout Solution	IV-43

Tabel IV. 20 Rekapitan Total Jarak dan Total Ongkos Perpindahan Material pada
Algoritma CRAFTIV-43

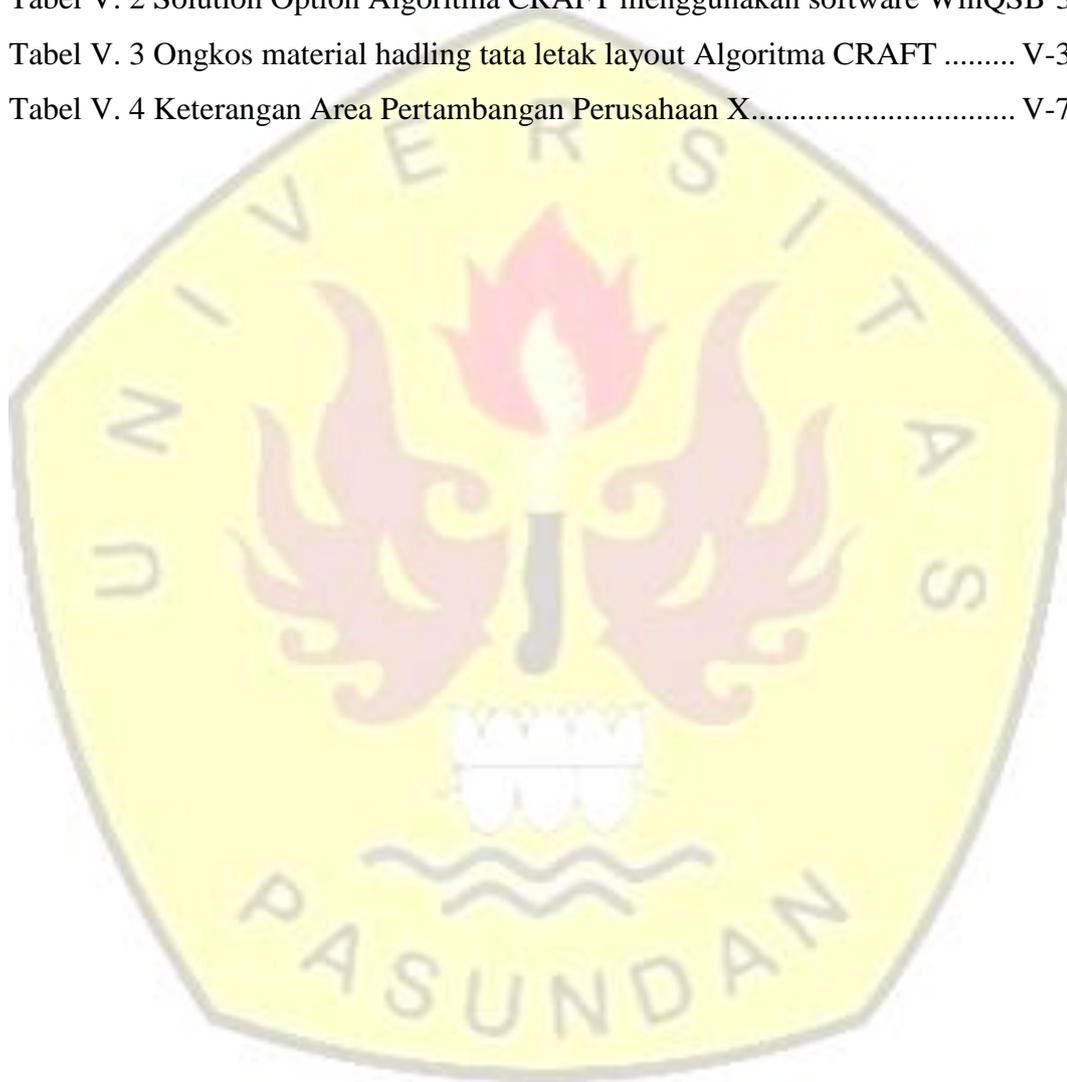
Tabel IV. 21 Keterangan Area Pertambangan Perusahaan XIV-46

Tabel V. 1 Seilish Penurunan Total Jarak dan Total Ongkos Perpindahan Material
..... V-2

Tabel V. 2 Solution Option Algoritma CRAFT menggunakan software WinQSB 3

Tabel V. 3 Ongkos material handling tata letak layout Algoritma CRAFT V-3

Tabel V. 4 Keterangan Area Pertambangan Perusahaan X..... V-7



Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan industri pertambangan dan penggalian di Indonesia menurut Kepala Badan Pusat Statistik (BPS) Suhariyanto mengatakan adanya penurunan yang signifikan yakni pada kuartal pertama 2019 sebesar 2,65 % sedangkan pada kuartal kedua pada tahun 2019 sebesar 1,70%. Hal ini disebabkan adanya penurunan produksi pertambangan bijih logam serta minyak gas dan panas bumi. Penurunan produksi tersebut dipengaruhi oleh pertumbuhan industri pengolahan yang melambat (Berita: <https://www.republika.co.id/berita/ekonomi/keuangan>).

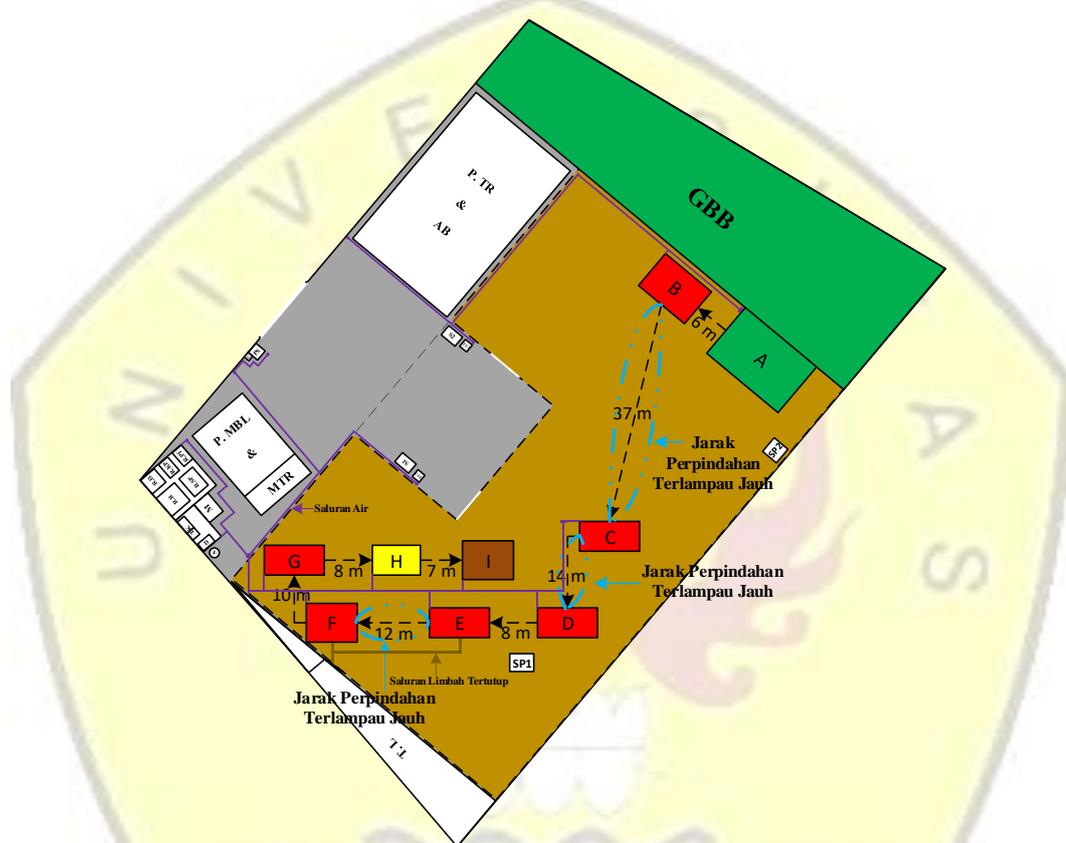
Pertumbuhan industri pengolahan yang melambat pada pertambangan disebabkan dari berbagai aspek, seperti aspek manajemen produksi dan aspek tata letak fasilitas ruang produksi. Sritomo Wingjosoebroto (2009), menjelaskan aspek tata letak fasilitas ruang produksi dapat meningkatkan jumlah produksi, karena suatu *layout* produksi secara baik akan memberikan kelancaran proses produksi yang memberikan output lebih besar dari biaya yang sama atau lebih sedikit, jam tenaga kerja dan jam kerja mesin menjadi lebih kecil atau berkurang.

Tata letak adalah tata cara pengaturan fasilitas- fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi (Wingjosoebroto, 2009: 67). Perancangan tata letak fasilitas meliputi pengaturan tata letak fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin, bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia, dan semua peralatan serta 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. Karena *Material Handling* merupakan seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan, dan sekaligus pengendalian dari bahan atau *material* dengan segala bentuknya. Sedangkan biaya yang dikeluarkan dalam pelaksanaan proses pemindahan material disebut dengan Ongkos *Material Handling* (Wingjosoebroto, 2009: 212-226). Proses perpindahan *material* dalam hal ini adalah bagaimana menentukan cara yang terbaik untuk memindahkan *material* dari

satu tempat proses produksi ketempat proses produksi yang lain dengan jarak dan ongkos yang terbaik. Untuk itu perancangan tata letak diusahakan sefleksibel mungkin. Karena perancangan tata letak tidak hanya diperlukan saat membangun perusahaan baru, tetapi juga saat mengembangkan perusahaan apabila dibutuhkan perancangan tata letak ulang. Berbagai macam pemborosan dapat terjadi pada proses produksi yang disebabkan oleh tata letak fasilitas yang tidak baik, seperti halnya jarak perpindahan bahan *material* ke stasiun kerja yang terlalu jauh sehingga ongkos *material handling* menjadi besar, jarak antara mesin terlalu jauh sehingga memerlukan jumlah operator yang lebih banyak dari kegiatan pemindahan bahan yang sebenarnya, dan juga terlalu panjangnya *route* produksi yang terdapat pada perusahaan sehingga kondisi tersebut berpengaruh terhadap besar total momen perpindahan bahan atau *material* ke setiap stasiun kerjanya. Namun hal tersebut bertolak belakang dengan tujuan perancangan tata letak itu sendiri. Tujuan perancangan tata letak fasilitas yaitu menaikkan *output* produksi, mengurangi waktu tunggu, penghematan penggunaan area untuk (produksi, gudang, dan *service*), pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian (mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi yang lainnya), mengurangi *inventory in process*, proses manufaktur yang lebih singkat, mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja operator, memperbaiki moral dan kepuasan tenaga kerja, mengurangi proses pemindahan *material handling* serta ongkos *material handling* (Wingjosoebroto, 2009: 68).

Permasalahan pemborosan yang disebabkan oleh tata letak yang tidak baik terjadi juga pada kasus Perusahaan X. Perusahaan X merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan logam khususnya tembaga, perusahaan ini berdiri sejak tahun 2011 yang berlokasi di Kp. Sutang, Desa Citorek, Kecamatan Cibeber. Pihak Perusahaan X bekerjasama dengan investor untuk membangun perusahaan. Pembangunan dan produksi berjalan selama 3 tahun, namun pembangunan belum secara menyeluruh karena berkaitan dengan modal yang diberikan oleh pihak investor tidak cukup tersedia. Dikarenakan masalah tersebut perusahaan X vakum beroperasi pada tahun 2015 sampai pertengahan 2018. Pada pertengahan 2018 perusahaan X kembali mendapatkan investor, sehingga perusahaan dapat memulai kembali pembangunan perusahaan dan produksi pertambangan yang sebelumnya sempat tertunda. Namun dari jangka vakum inilah

terdapat masalah dari segi tata letak fasilitas yang mempengaruhi jalannya produksi di perusahaan X, hal ini dikarenakan adanya perubahan kebijakan dari investor baru terhadap kebijakan investor yang sebelumnya, yaitu mengenai tata letak yang kurang terencana sehingga menimbulkan masalah seperti jarak perpindahan setiap departemen yang terlalu jauh dan berimbas pada besarnya ongkos *material handling* yang dikeluarkan. Berikut ini merupakan *template* yang menggambarkan tata letak *layout* pertambangan dan data perpindahan material perusahaan X:



Gambar I. 1 Template Perusahaan X
(Sumber: Data Perusahaan)

Tabel I. 1 Keterangan nama departemen pada *layout* awal Perusahaan X

No	Kode	Nama Departemen
1	A	Tempat galian bahan baku
2	B	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku
3	C	Gudang bahan baku
4	D	Departemen penghancuran
5	E	Departemen penggilingan
6	F	Departemen perendaman
7	G	Departemen peleburan dan pencetakan
8	H	Departemen pemeriksaan
9	I	Gudang produk jadi

(Sumber: Data Perusahaan)

Tabel I. 2 Data aliran perpindahan material perusahaan X

No	Alur Departemen		Jarak (Meter)	Frekuensi/Hari	Material Handling	Ongkos/Meter (Rp)	Ongkos/Hari (Rp)
	Dari	Menuju					
1	A	B	6	26	Gerobak Dorong	961	149,883
2	B	C	37	14	Motor	12,039	6,236,255
3	C	D	14	8	Gerobak Dorong	961	107,609
4	D	E	8	4	Gerobak Dorong	961	30,745
5	E	F	12	2	Gerobak Dorong	961	23,059
6	F	G	10	2	Manusia	28	569
7	G	H	8	2	Manusia	28	456
8	H	I	7	2	Manusia	28	399
Total			102	60		15967	6,548,975

(Sumber: Data Perusahaan X)

Pada Gambar I.1 dan Tabel I.2 menjelaskan bahwa terdapat beberapa departemen yang memiliki jarak perpindahan yang terlampaui jauh dan memperlihatkan ongkos yang dikeluarkan pada setiap perpindahan dengan frekuensi/hari yang berbeda-beda, contoh pada Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku ke Gudang bahan baku dengan jarak 37 m dan frekuensi 14 kali/ hari memiliki ongkos material handling perhari sebesar Rp. 6,236,255. Gudang bahan baku ke Departemen penghancuran dengan jarak 14 m dan frekuensi 8 kali/hari memiliki ongkos material handling perhari sebesar Rp. 107,609. Serta Departemen penggilingan ke Departemen perendaman dengan jarak 12 m dan frekuensi 2 kali/hari memiliki ongkos material handling perhari sebesar Rp. 23,059. Maka jika melihat dari Data aliran perpindahan material tersebut jauhnya jarak perpindahan material dapat mempengaruhi tingginya ongkos material handling yang dikeluarkan.

Hal inipun pernah dibahas dalam jurnal penelitian yang menjadi referensi pada latar belakang masalah ini, berikut hasil pembahasan jurnal penelitian sebelumnya:

Tabel I. 3 Referensi jurnal penelitian

No	Penulis Jurnal	Judul Jurnal Penelitian	Hasil Pembahasan
1	Daniel Bunga Paillin (Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pattimura)	“Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Algoritma CRAFT dalam Meminimumkan Ongkos Material Handling dan Total Momen Jarak Perpindahan (Studi Kasus PT. Grand Kartect Jakarta)”	Algoritma CRAFT mampu menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu komputisasi yang cepat untuk permasalahan perbaikan layout pada PT. Grand Kartech dengan mempertukarkan departemen Assembly I dengan departemen SAW yang berdekatan dengan departemen Rolling dan Berdasarkan kriteria minimasi ongkos material handling (OMH) dan total momen jarak perpindahan maka

Lanjutan Tabel I.3 Referensi jurnal penelitian

No	Penulis Jurnal	Judul Jurnal Penelitian	Hasil Pembahasan
			algoritma CRAFT mampu meminimumkan OMH sebesar 23,46% dari OMH layout awal dan untuk total momen jarak perpindahan sebesar 19,95% dari layout awal.
2	Hesti Maheswari dan Achmad Dany Firdauzy (Fakultas Ekonomi Universitas Mercubuana)	“Evaluasi Tata Letak Fasilitas Produksi untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada PT. Nusa Multilaksana”	Tata letak awal fasilitas produksi PT. Nusa Multilaksana memiliki Ongkos <i>material handling</i> (OHM) sebesar Rp. 48.407.800. Total momen perpindahan <i>layout</i> awal ini adalah sebesar 85.675,9 meter serta total waktu perpindahan yang dibutuhkan adalah 288.581 detik. setelah dilakukan perbaikan dan penyesuaian menggunakan algoritma CRAFT maka total OMH sebesar Rp.34.099.680 dan tingkat efisiensi biaya <i>material handling</i> 30 % dari <i>layout</i> awal, kemudian dari total momen perpindahan akan diperoleh efisiensi sebesar 5 % dari total momen perpindahan <i>layout</i> awal dan terjadi efisiensi waktu total pergerakan sebesar 8 % dari <i>layout</i> awal.

Oleh sebab itu, dari latar belakang masalah dan hasil pembahasan referensi jurnal penelitian yang sebelumnya. Bahwa terdapat permasalahan jarak perpindahan *material* dan ongkos *material handling* yang terjadi pada perusahaan X, maka dari itu diperlukan adanya suatu penelitian untuk merancang tata letak fasilitas ulang yang baru untuk mengatur ulang jalur *material* agar lebih baik dan sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tata letak fasilitas yang dapat meminimalkan jarak dan ongkos *material handling* yang ada, dengan menggunakan metode konvensional dan Algoritma CRAFT.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah total jarak dan ongkos perpindahan *layout* awal?
2. Berapakah total jarak dan ongkos perpindahan *layout* usulan terpilih?
3. Seperti apakah bentuk rekomendasi *layout* usulan terpilih yang memiliki ongkos perpindahan minimum dan bagaimana bentuk *template* pertambangannya?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui total jarak dan ongkos perpindahan pada *layout* awal
2. Untuk mengetahui total jarak dan ongkos perpindahan pada *layout* usulan terpilih
3. Untuk mengetahui bentuk rekomendasi *layout* usulan terpilih yang memiliki ongkos perpindahan minimum dan *template* pertambangannya

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat yang akan didapatkan yaitu pihak perusahaan X dapat melakukan perubahan tata letak departemen yang lebih tertata yang mempunyai jarak dan ongkos perpindahan yang paling minimum

I.5 Lingkup Pembahasan

Agar dalam pembahasan masalah penelitian Tugas Akhir dapat lebih terarah dan fokus, maka terdapat lingkup pembahasan. Adapun lingkup pembahasannya adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data produksi pada tahun 2011 s.d. 2014
2. Tidak menghitung biaya investasi perbaikan
3. Perhitungan biaya hanya dilakukan terhadap jarak perpindahan material
4. Dalam perhitungan jarak menggunakan jarak rectiliner

5. Tidak ada jenis logam baru selama penelitian berlangsung
6. Relayout dilakukan hanya pada bagian tempat produksi pertambangan

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian Tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran mesin yang digunakan sama
2. Satuan bahan baku logam per karung
3. Tidak ada pengurangan atau penambahan fasilitas atau stasiun kerja selama penelitian berlangsung
4. Biaya OMH tidak ada perubahan selama penelitian berlangsung

I.6 Sistematika Penulisan Laporan

Adapun sistematika penulisan laporan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, lingkup pembahasan dan asumsi penelitian, serta sistematika penulisan laporan Tugas Akhir. Pada bab ini menjelaskan mengenai permasalahan tata letak departmen/fasilitas yang kurang terencana sehingga menimbulkan jarak perpindahan *material* setiap departmen/fasilitas yang terlampaui jauh dan berimbas pada besarnya ongkos perpindahan *material* yang dikeluarkan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab II menjelaskan tentang landasan teori tata letak fasilitas dari berbagai referensi untuk dapat membahas permasalahan yang terdapat pada Bab I, yang kemudian akan merujuk kepada pembahasan metode Konvensional dan Algoritma CRAFT dengan bantuan Software WINQSB.

BAB III METODE PEMECAHAN MASALAH

Bab III membahas tentang langkah-langkah pemecahan masalah dari permasalahan yang terjadi dengan menggunakan metode berdasarkan studi literatur yang akan dipakai dalam penelitian Tugas Akhir ini, yaitu metode Konvensional dan Algoritma CRAFT.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV membahas tentang pengumpulan dan pengolahan data, dalam pengumpulan data terdapat data jumlah fasilitas produksi, aliran bahan, jarak antar fasilitas, waktu perpindahan, biaya perpindahan *material*, *material handling*, dan luas setiap departemen/fasilitas. Pada pengolahan datanya akan menggunakan metode yang telah ditentukan pada Tugas Akhir ini.

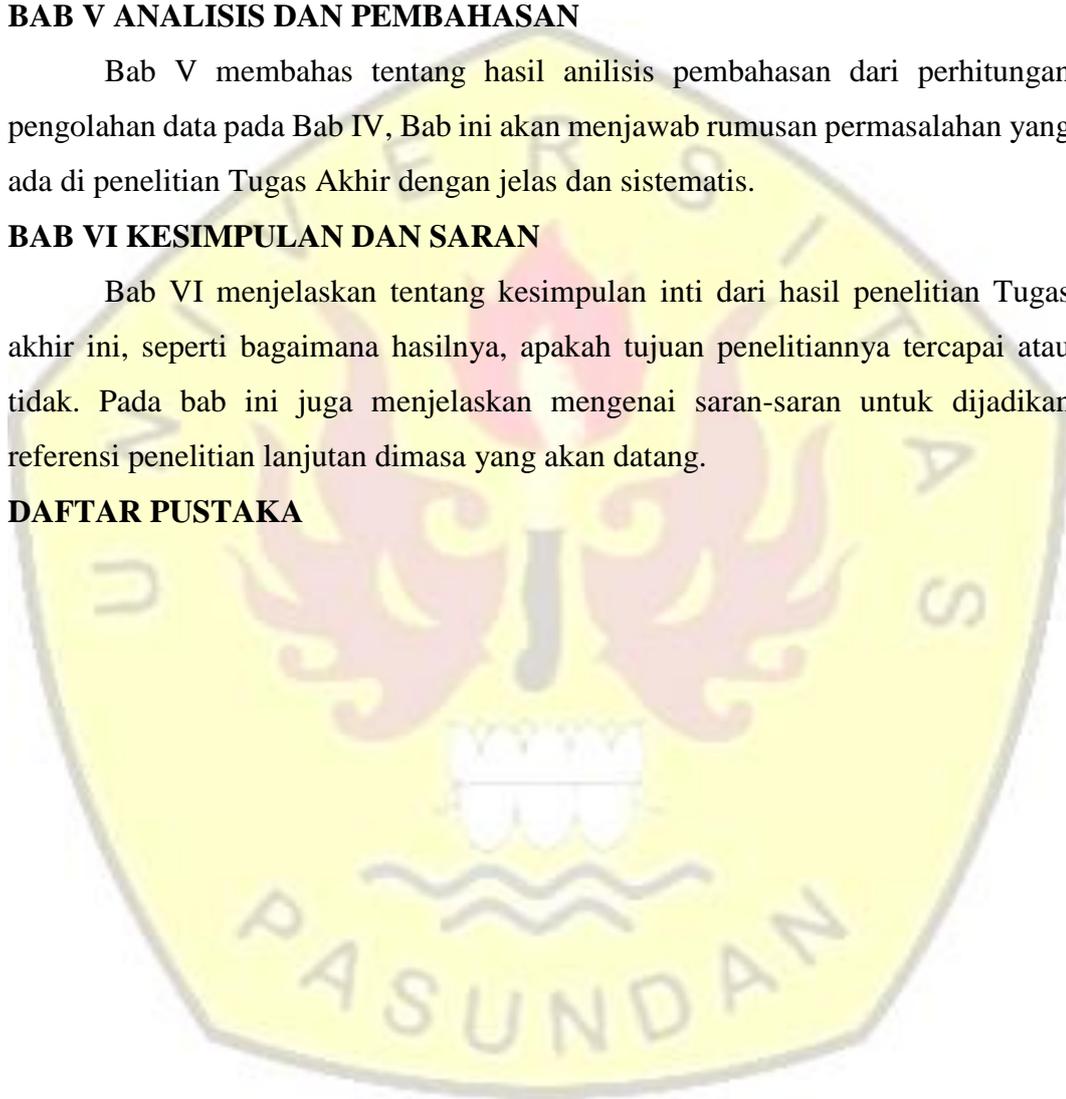
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab V membahas tentang hasil analisis pembahasan dari perhitungan pengolahan data pada Bab IV, Bab ini akan menjawab rumusan permasalahan yang ada di penelitian Tugas Akhir dengan jelas dan sistematis.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI menjelaskan tentang kesimpulan inti dari hasil penelitian Tugas akhir ini, seperti bagaimana hasilnya, apakah tujuan penelitiannya tercapai atau tidak. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai saran-saran untuk dijadikan referensi penelitian lanjutan dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA



Bab II Landasan Teori

II.1 Perancangan Tata Letak Fasilitas

II.1.1 Pengertian Perancangan Tata Letak Fasilitas

Menurut James M. Apple (1990: 2), perancangan tata letak fasilitas merupakan menganalisis, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini umumnya digambarkan sebagai rencana susunan fasilitas fisik untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha yang tepat, ekonomis, dan aman.

Perancangan fasilitas dapat juga dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan fisik dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. Aplikasi perancangan 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. Perancangan 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 (Purnomo, 2004).

II.1.2 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Pada dasarnya tujuan utama perancangan tata letak adalah optimasi dan efisiensi pengaturan fasilitas-fasilitas operasi sehingga nilai yang diciptakan oleh sebuah sistem akan menjadi maksimal. Adapun secara rinci tujuan perancangan tata letak diantaranya adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004).

1. Memanfaatkan area yang ada.
Perancangan tata letak yang optimal akan memberikan solusi dalam penghematan penggunaan area yang ada, baik untuk area produksi, gudang, dan departemen lainnya.
2. Menyederhanakan atau meminimumkan pemindahan bahan (*material handling*).
Susunan tata letak pabrik harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi *material handling* sampai batas minimum di dalam pemindahan bahan ini harus diusahakan agar gerakan bahan selalu menuju daerah pengirim.
3. Mempersingkat proses manufaktur
Dengan memperpendek jarak antara operasi satu dengan operasi berikutnya, dengan demikian total waktu produksi juga dapat dipersingkat.
4. Mengurangi waktu tunggu dan mengurangi kemacetan.
Waktu tunggu dalam proses produksi yang berlebihan akan dapat dikurangi dengan pengaturan tata letak yang terkoordinasi dengan baik.
5. Mengurangi persediaan setengah jadi.
Persediaan barang setengah jadi terjadi karena belum selesainya proses produksi dari produk yang bersangkutan. Persediaan barang setengah jadi yang tinggi tidak menguntungkan perusahaan karena dana yang tertanam tersebut sangat besar.
6. Memelihara pemakaian tenaga kerja seefektif mungkin.
Tata letak pabrik yang tidak baik akan memboroskan sejumlah tenaga kerja yang ada dan sebaliknya tata letak yang baik akan meningkatkan efektifitas kerja yang ada. Beberapa usaha yang dilakukan sebagai berikut:
 - a. Mengurangi *handling* bahan-bahan yang dilakukan secara manual sampai seminimal mungkin.
 - b. Mengurangi faktor-faktor yang mengakibatkan buruh banyak berjalan-jalan di dalam pabrik.
 - c. Membuat keselarasan antara mesin-mesin sehingga baik mesin maupun operator tidak menganggur.
 - d. Memberikan pengawasan seefektif mungkin.

7. Menciptakan suasana kerja yang memberikan kenyamanan, kemudahan, dan keselamatan karyawan selama bekerja.

Untuk mencapai hal ini perlu diperhatikan seperti penerangan, suhu, ventilasi, alat pembuangan uap air dan keselamatan kerja.

II.1.3 Prinsip-Prinsip Dasar dalam Perancangan Tata Letak Fasilitas

Berdasarkan aspek dasar, tujuan dan keuntungan-keuntungan yang biasa didapatkan dalam tata letak pabrik yang direncanakan dengan baik, maka bisa disimpulkan enam tujuan dasar dalam tata letak pabrik, yaitu sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009: 72):

- Integrasi secara menyeluruh dari semua faktor yang mempengaruhi proses produksi
- Pemindahan jarak yang seminimal mungkin
- Aliran kerja berlangsung secara lancar melalui pabrik
- Semua area yang ada dimanfaatkan secara efektif dan efisien
- Kepuasan kerja dan rasa aman dari pekerja dijaga sebaik-baiknya
- Pengaturan tata letak harus cukup fleksibel.

Tujuan tersebut juga dinyatakan sebagai prinsip dasar dari proses perencanaan tata letak pabrik yang selanjutnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Prinsip integrasi secara total

“That layout which integrates the men, materials, machinery supporting activities, and any other considerations in way that result in the best compromise”

Prinsip ini menyatakan bahwa tata letak pabrik merupakan integrasi secara total dari seluruh elemen produksi yang ada menjadi satu unit operasi yang besar.

- b. Prinsip jarak perpindahan bahan yang paling minimal

“Other things being equal, than layout is best that permits material to move the minimum distance between operations”

Hampir setiap proses yang terjadi dalam suatu industri mencakup beberapa gerakan perpindahan dari material, yang mana kita tidak bisa menghindarinya secara keseluruhan. Dalam proses pemindahan bahan dari satu operasi ke operasi yang lain, waktu dapat dihemat dengan cara mengurangi jarak perpindahan tersebut.

c. Proses aliran dari suatu proses kerja

“Other things being equal, than layout is best that arrangers the work area for each operations or process in the same order or sequence that forms, treats, or assembles the materials.”

Prinsip ini merupakan kelengkapan dari jarak perpindahan bahan yang seminimal mungkin yang telah disebutkan pada butir (b) tersebut di atas. Dengan prinsip ini diusahakan untuk menghindari adanya gerakan balik (*back-tracking*), gerakan memotong (*cross-movement*), kemacetan (*congestion*) dan sedapat mungkin material bergerak terus tanpa ada interupsi. Perlu diingat bahwa aliran proses yang baik tidaklah berarti harus selalu dalam lintasan garis lurus. Banyak *layout* pabrik yang baik menggunakan bentuk aliran bahan secara zig-zag ataupun melingkar. Ide dasar dari prinsip aliran kerja ini adalah aliran konstan dengan minimum interupsi, kesimpang-siuran, dan kemacetan.

d. Prinsip pemanfaatan ruangan

“Economy is obtained by using effectively all available space – both vertical and horizontal”

Pada dasarnya tata letak adalah suatu pengaturan ruangan yaitu pengaturan ruangan yang akan dipakai oleh manusia, bahan baku, mesin dan peralatan penunjang proses produksi lainnya. Mereka ini memiliki dimensi tiga yaitu aspek volume (*cubic space*) dan tidak hanya sekedar aspek luas (*floore space*). Dengan demikian dalam merencanakan tata letak kita juga seharusnya mempertimbangkan faktor dimensi ruangan ini. Disamping itu gerakan-gerakan dari orang, bahan, atau mesin juga terjadi dalam salah satu arah dari tiga sumbu yaitu sumbu x, sumbu y atau sumbu z.

e. Prinsip kepuasan dan keselamatan kerja

“Other things being equal, that layout is best which makes works satisfying and safe for workers.”

Kepuasan kerja bagi seseorang adalah sangat besar artinya. Hal ini bisa dikaitkan sebagai dasar utama untuk mencapai tujuan. Dengan membuat suasana kerja yang menyenangkan dan memuskan, maka secara otomatis akan banyak keuntungan yang diperoleh. Paling tidak hal ini akan memberikan moral kerja yang lebih baik dan mengurangi ongkos produksi. Selanjutnya masalah

keselamatan kerja adalah juga merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata letak pabrik. Suatu *layout* tidak dapat dikatakan baik apabila akhirnya justru membahayakan keselamatan orang yang bekerja didalamnya.

f. Prinsip – fleksibilitas

“Other things being equal, that layout is best that can be adjusted and rearranged at minimum cost and inconvenience”

Prinsip ini sangat berarti dalam abad dimana riset ilmiah, komunikasi, dan transportasi bergerak dengan cepat yang mana hal ini akan mengakibatkan dunia industri harus ikut berpacu untuk mengimbangnya. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa perubahan terjadi pada desain produk, peralatan produksi, waktu pengiriman barang dan sebagainya yang akhirnya juga membawa akibat ke arah pengaturan kembali *layout* yang ada. Untuk ini kondisi ekonomi akan bisa dicapai bila tata letak yang direncanakan cukup fleksibel untuk diadakan penyesuaian/pengaturan kembali (*relayout*) dan/atau suatu *layout* yang baru dapat dibuat dengan cepat dan murah.

II.1.4 Prosedur Perancangan Tata Letak Fasilitas

Pekerjaan merancang fasilitas biasanya mulai dengan suatu analisis tentang produk yang akan dibuat, atau jasa yang akan diberikan, dan sebuah perhitungan tentang aliran barang atau kegiatan secara menyeluruh. Kemudian berlanjut dengan (memasuki) perencanaan terinci tentang susunan peralatan bagi tiap tempat kerja mandiri, langkah demi langkah. Lalu, keterkaitan antara tempat kerja dirancang, daerah yang erat hubungannya dikelompokkan dalam satu satuan, yang disebut bagian atau departemen-yang kemudian dijalin menjadi satu tata letak akhir (Apple, 1990).

Ada sejumlah langkah atau prosedur yang dikembangkan untuk memudahkan proses perancangan tata letak fasilitas produksi yang pada dasarnya bisa didekati dengan menggunakan cara yang disistematis dan terorganisir dengan baik. Dalam hal ini langkah-langkah yang umum dijumpai dalam proses perancangan teknis (*Engineering design*) dapat diaplikasikan seperti (Wignjosubroto, 2009):

1. Identifikasi dan definisi permasalahan
2. Analisa permasalahan
3. Introduksi dan pengembangan alternatif rancangan
4. Evaluasi dan pengetesan alternative
5. Pemilihan alternatif yang baik
6. Implementasi rancangan yang terpilih

Perancangan fasilitas adalah kegiatan menghasilkan fasilitas yang terdiri atas penataan unsur fisik, pengaturan aliran bahan, dan penjaminan keamanan para pekerja. Dasar pengaturan komponen-komponen fasilitas adalah aliran barang, aliran informasi, tata cara kerja, dan pekerja yang dioptimumkan, baik dari sisi ekonomis maupun teknis (Hadiguna, 2008).

II.2 Tata Letak Fasilitas

II.2.1 Pengertian Tata Letak Fasilitas

Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan berguna untuk luas area penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya, yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen yang ada di pabrik (*department layout*). Bilamana kita menggunakan istilah tata letak pabrik, seringkali hal ini akan kita artikan sebagai pengaturan peralatan atau fasilitas produksi yang sudah ada (*the existing arrangement*) ataupun bisa juga diartikan sebagai perencanaan tata letak pabrik yang baru sama sekali (*the new plant layout*) (Wignjosoebroto, 2009).

II.2.2 Tipe-tipe Tata Letak Fasilitas Pabrik

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. Adapun tipe-tipe tata letak pabrik adalah sebagai berikut:

1. Tata Letak Berdasarkan Aliran Produk (*Product Layout*)

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 (Anthara, 2011).

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 (Anthara, 2011).

Keuntungan tipe *product layout* adalah (Anthara, 2011):

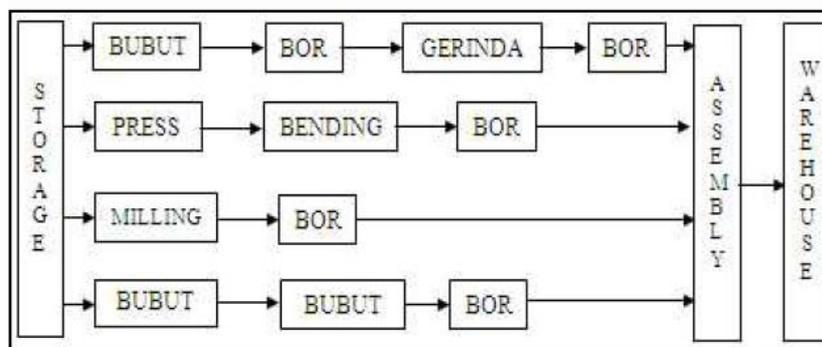
- a. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
- b. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat inventori barang setengah jadi menjadi kecil.
- c. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
- d. Mesin dapat ditempatkan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

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah:

- a. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- b. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
- c. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
- d. Membutuhkan supervisi secara umum tidak terspesifikasi.

- e. Membutuhkan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses yang sejenis diperlukan.

Berikut adalah gambar untuk tipe tata letak fasilitas pabrik berdasarkan aliran peroduk (*Product Layout*):



Gambar II. 1 Product Layout (Wignjosuebrotto, 2009)

2. Tata Letak Berdasarkan Proses (*Process Layout*)

Dalam *process* atau *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 (Anthara, 2011).

Process 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 sector industri manufaktur maupun jasa (Anthara, 2011).

Kelebihan menggunakan *layout* tipe ini adalah (Anthara, 2011):

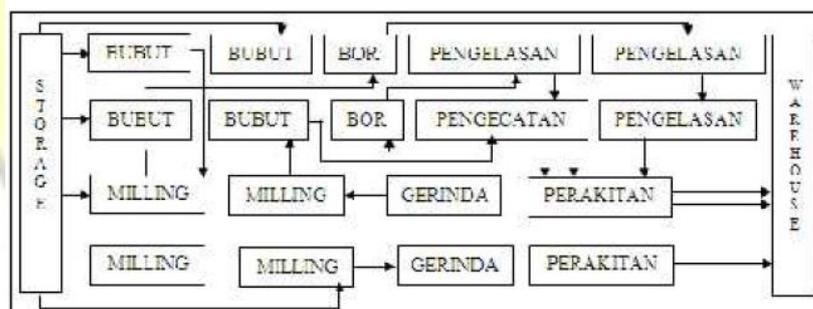
- Penggunaan mesin dapat dilakukan dengan efektif, konsekuensinya memerlukan sedikit mesin.
- Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup berbagai macam jenis dan model produk.
- Investasi mesin relatif kecil karena digunakan mesin yang umum (*general purpose*).
- Keragaman tugas membuat tenaga kerja lebih tertarik dan tidak bosan.

- e. Adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, khususnya untuk pekerjaan yang sulit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.
- f. Mudah untuk mengatasi *breakdown* pada mesin, yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain dan tidak menimbulkan hambatan-hambatan dalam proses produksi.

Kekurangan menggunakan *layout* tipe ini adalah (Anthara, 2011):

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

Berikut adalah gambar untuk tipe tata letak fasilitas pabrik berdasarkan Proses (*Process Layout*):



Gambar II. 2 Process Layout (Wignjosoebroto, 2009)

3. Tata Letak 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* (Anthara, 2011).

Karena disini setiap kelompok produk akan memiliki urutan proses yang sama maka akan menghasilkan tingkat efisien yang tinggi dalam proses manufakturingnya. Efisiensi tinggi tersebut akan dicapai sebagai konsekuensi pengaturan fasilitas produksi secara kelompok atau sel yang menjamin kelancaran aliran kerja (Ardhianto, 2011).

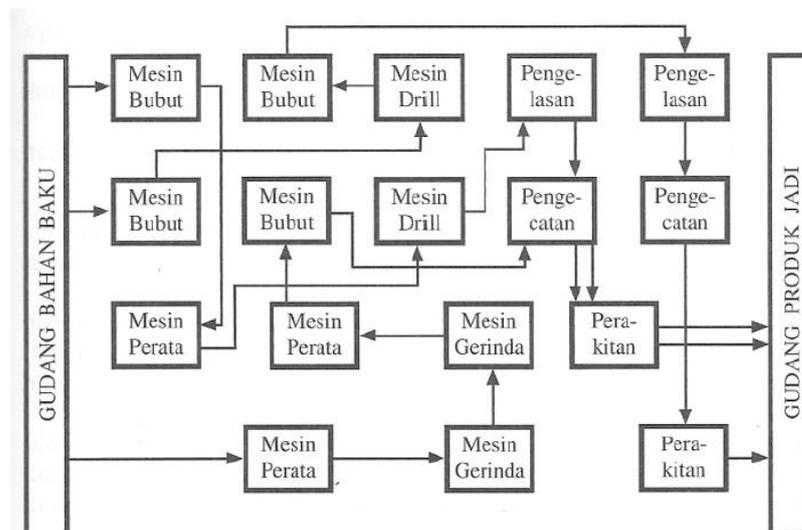
Kelebihan tata letak berdasarkan kelompok teknologi ini adalah (Anthara, 2011):

- a. Karena *group technology* memanfaatkan kesamaan komponen/produk maka dapat mengurangi pemborosan waktu dalam perpindahan antar kegiatan yang berbeda.
- b. Penyusunan mesin didasarkan atas *family* produk sehingga dapat mengurangi waktu *set up*, mengurangi ongkos *material handling* dan mengurangi area lantai produksi.
- c. Apabila ada urutan proses yang terhenti maka dapat dicari alternatif lain.
- d. Mudah mengidentifikasi *bottlenecks* dan cepat merespon perubahan jadwal.
- e. 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 (Anthara, 2011):

- a. Utilisasi mesin yang rendah.
- b. Memungkinkan terjadinya duplikasi mesin.
- c. Biaya yang cukup tinggi untuk realokasi mesin.
- d. Membutuhkan tingkat kedisiplinan yang tinggi karena ada kemungkinan komponen yang diproses berada pada sel yang salah.

Berikut adalah gambar untuk tipe tata letak fasilitas pabrik berdasarkan *Group Technology layout*:



Gambar II. 3 Group Technology Layout (Wignjosoebroto, 2009)

4. Tata Letak Posisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

Tata letak fasilitas berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk utama akan tetap pada posisi atau lokasinya. Sedangkan fasilitas produksi seperti alat, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama tersebut. Pada proses perakitan tata letak tipe ini alat dan peralatan kerja lainnya akan cukup mudah dipindahkan. Berikut skema diagram dari tata letak fasilitas produksi yang diatur berdasarkan posisi material tetap (Wignjosoebroto, 2009).

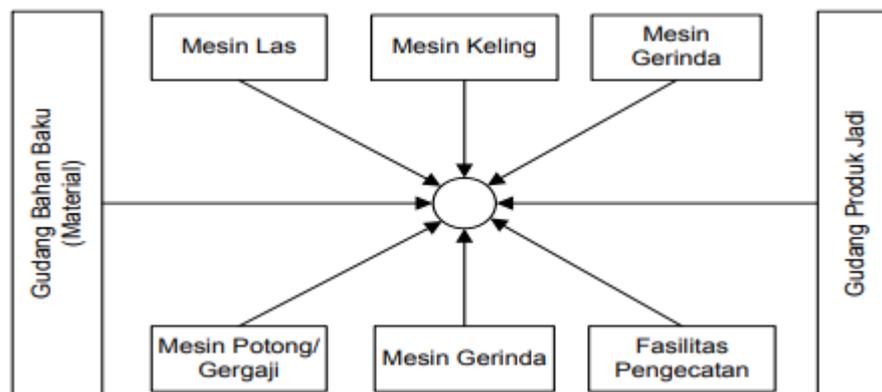
Keuntungan tata letak tipe ini adalah (Anthara, 2011):

- Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
- 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 (Anthara, 2011):

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

Berikut adalah gambar untuk tipe tata letak fasilitas pabrik berdasarkan *Group (Fixed Position Layout)*:



Gambar II. 4 Fixed Layout (Wignjosoebroto, 2009)

II.2.3 Jenis-jenis Persoalan Tata Letak Fasilitas

Secara umum, masalah tata letak dapat diklasifikasikan ke dalam 4 kategori yaitu: (Sunderesh S. Heragu, 2008: 4-10)

1. *Service system layout problem*

Dalam *service system*, masalah rancangan tata letak sama pentingnya seperti dalam system manufaktur. Tata letak dalam kantor, area resepsi, perpustakaan, restoran, dan sebagainya merupakan contoh masalah rancangan fasilitas dan tata letak dalam *service system*. Untuk mengembangkan sebuah rancangan tata letak pada *service system*, seorang perancang harus mengetahui jumlah departemen atau stasiun kerja yang harus ditempatkan, luas area yang dibutuhkan untuk masing-masing departemen, interaksi antar departemen, dan batasan-batasan khusus bagi suatu departemen.

2. *Manufacturing layout problem*

Perancangan tata letak merupakan tugas ketika system manufaktur akan ditata ulang, diperluas, ataupun dirancang untuk pertama kalinya. Tata letak pabrik berbeda dengan tata letak pada Kantor. Tata letak Kantor lebih menekankan pada fasilitas komunikasi, bukan pada mengurangi kemacetan karena mengurangi kemacetan bukan merupakan tujuan utama dalam pengembangan tata letak Kantor. Pada rancangan tata letak pabrik, tujuan utamanya adalah meminimalisir biaya *material handling*, dan menyediakan tempat kerja yang aman bagi pekerja.

3. *Warehouse layout problem*

Permasalahan tata letak gudang penyimpanan merupakan masalah penting yang juga harus dipikirkan. Beberapa factor penting pada perencanaan tata letak gudang adalah bentuk dan ukuran lorong, tinggi gudang, lokasi dan arah dari area dok, tipe rak yang digunakan pada penyimpanan, tingkat otomatisasi yang ada pada penyimpanan, dan pengambilan komoditas.

4. *Nontraditional layout problem*

Masalah tata letak dapat terjadi diberbagai situasi. Sebagai contoh ribuan komponen semikonduktor harus ditempatkan pada *integrated circuit chip* dan dihubungkan sehingga *chip* yang dihasilkan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Karena jutaan *chip* akan mengalami proses manufaktur, maka sangat diharapkan dapat meminimalisasi panjang dari hubungan/ koneksi tersebut.

II.2.4 Permasalahan Tata Letak Pada Sistem Manufaktur

Masalah tata letak tidak selalu merupakan masalah perancangan tata letak untuk fasilitas baru, melainkan juga penataan ulang tata letak dari satu proses yang telah ada ataupun perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan tertentu. Jenis-Jenis persoalan tata letak adalah sebagai berikut: (James M. Apple, 1990:16-18)

1. Perubahan rancangan

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

2. Perluasan departemen

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

3. Pengurangan departemen

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

4. Penambahan produk baru

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

5. Memindahkan satu departemen

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

6. Penambahan departemen baru

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

7. Peremajaan peralatan yang rusak

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

8. Perubahan metode produksi

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

9. Penurunan Biaya

Hal ini tentunya merupakan akibat dari setiap keadaan diatas.

10. Perencanaan fasilitas baru

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

Disamping itu ada beberapa petunjuk diperlukannya pengkaian atas tata letak yang telah ada diantaranya adalah sebagai berikut (James M. Apple, 1990:18)

1. Bangunan tidak cocok dengan yang dibutuhkan
2. Kegagalan dalam menerapkan jalur teknik produksi ketika diterapkan
3. Perubahan rancangan produk atau proses dibuat tanpa membuat perubahan yang diperlukan pada tata letak.
4. Pemasangan peralatan tambahan tanpa mempertimbangkan keterkaitannya dengan pola aliran yang ada.
5. Waktu terbuang dan menganggur yang tak terduga
6. Kesulitan pengendalian persediaan.
7. Menurunnya produksi pada satu tempat kerja
8. Kondisi penuh sesaknya ruang ruang kerja
9. Terlalu banyak orang yang memindahkan barang
10. “Leher botol” dalam produksi
11. Langkah balik
12. Penyimpanan sementara terlalu banyak.

13. Hambatan dalam aliran barang
14. Kesulitan penjadwalan
15. Pemborosan ruangan
16. Menganggurnya orang dan peralatan
17. Waktu pemrosesan yang berlebih
18. Perawatan bangunan yang jelek

II.2.5 Tanda-Tanda Tata Letak yang Baik

Tata letak yang baik dapat terwujud dengan adanya memiliki beberapa karakteristik yang jelas yang dapat dilihat bahkan dari satu pengamatan biasa. Karakteristik tata letak yang baik yang sangat penting diantaranya adalah sebagai berikut: (James M. Apple, 1990:19)

1. Keterkaitan kegiatan yang terencana
2. Pola aliran barang terencana
3. Aliran yang lurus
4. Langkah balik (kembali ketempat yang telah dilalui) yang minimum
5. Jalur aliran tambahan
6. Gang yang lurus
7. Pemindahan antar operasi minimum
8. Metode pemindahan yang terencana
9. Jarak pemindahan minimum
10. Pemrosesan digabung dengan pemindahan bahan
11. Pemindahan bergerak dari penerimaan menuju pengiriman
12. Operasi pertama dekat dengan penerimaan
13. Operasi terakhir dekat dengan pengiriman
14. Penyimpanan pada tempat pemakaian jika mungkin
15. Tata letak yang dapat disesuaikan dengan perubahan
16. Direncanakan untuk perluasan terencana
17. Barang setengah jadi minimum
18. Sedikit mungkin barang yang tengah diproses
19. Pemakaian seluruh lantai pabrik maksimum
20. Ruang penyimpanan yang cukup
21. Penyediaan ruang yang cukup antar peralatan

22. Bangunan didirikan di sekeliling tata letak
23. Bahan diantar kepekerja dan diambil dari tempat kerja
24. Sedikit mungkin jalan kaki antar operasi produksi
25. Penempatan yang tepat untuk fasilitas pelayanan dan pekerja
26. Alat pemindah mekanis dipasang ditempat yang sesuai
27. Fungsi pelayanan pekerja yang cukup
28. Pengendalian kebisingan, kotoran, debu, asap, kelembaban dsb yang cukup
29. Waktu pemrosesan bagi waktu produksi total maksimum
30. Sedikit mungkin pemindahan barang
31. Pemindahan ulang minimum
32. Pemisah tidak mengganggu aliran barang
33. Pemindahan barang oleh buruh langsung sedikit mungkin
34. Pembuangan barang sisa sekecil mungkin
35. Penempatan yang pantas bagi bagian penerimaan dan pengiriman.

II.3 *Material Handling*

II.3.1 *Pengertian Material Handling*

Menurut Wignjosoebroto (2009) *Material handling* adalah seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan, dan pengawasan. Sebagai seni *material handling* dikarenakan tidak dapat secara eksplisit diselesaikan semata-mata dengan formula atau model matematika.

Material handling dapat dinyatakan sebagai ilmu pengetahuan karena menyangkut metode engineering. Mendefinisikan masalah, mengumpulkan dan menganalisis data, membuat alternatif solusi, evaluasi alternatif, memilih dan mengimplementasikan alternatif terbaik merupakan bagian integral dari penyelesaian *material handling* dan proses perencanaan sistem.

Perpindahan *material* membutuhkan waktu dan memerlukan penggunaan tempat. Perpindahan material memerlukan kesesuaian antara ukuran, bentuk, berat, dan kondisi material dengan lintasannya dan analisis frekuensi gerakan.

Penyimpanan *material* sebagai penyangga antar operasi, memudahkan dalam pekerjaan manusia dan mesin. Yang perlu dipertimbangkan dalam penyimpanan material antara lain, ukuran, berat, kondisi dan kemampuan tumpukan material, keperluan untuk mengambil serta menempatkan material.

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan, dan memberikan perlindungan kondisi kerja.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja
3. Meningkatkan produktifitas: material akan mengalir pada garis lurus, material akan berpindah dengan jarak sedekat mungkin, perpindahan sejumlah material pada satu kali waktu, mekanisasi penangan material, otomasi penanganan material.
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas: meningkatkan penggunaan bangunan, pengadaan peralatan serbaguna, standardisasi peralatan *material handling*, menjaga dan menempatkan seluruh peralatan sesuai kebutuhan dan mengembangkan program pemeliharaan preventif.
5. Mengurangi bobot mati
6. Sebagai pengawsan persediaan

Sistem pemindahan bahan baku memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu pabrik. Pada sebagian besar *manufacturing*, orang beranggapan bahwa lebih baik bahan yang bergerak atau berpindah dari pada orang atau mesinnya (Wignjosoebroto, 2009). Satu dari beberapa kesimpulan umum yang dapat ditarik mengenai pemindahan bahan adalah bahwa cakupan pemindahan bahan sangat luas dan pentingnya pemindahan barang menjadikannya dikenali lebih luas. Hal ini dikarenakan kegiatan pemindahan atau pengangkutan pada suatu perusahaan tertentu dapat mencapai sekitar 50% sampai 70% kegiatan produksi, dan bukan 20% atau 10% seperti yang biasanya dikemukakan (Apple, 1990). Dalam kegiatan manufaktur, pemindahan bahan mengambil porsi 25% dari jumlah pekerja, 55% dari luas lantai yang digunakan, dan 87% dari waktu yang digunakan. Informasi demikian merupakan bukti nyata pentingnya perancangan system pemindahan bahan yang mampu mereduksi kontribusi pekerja, pemakaian luas lantai, dan waktu produksi. (Hadiguna, 2008).

II.3.2 Tujuan *Material Handling*

Perencanaan material handling penting sekali untuk di pelajari karena kenyataan yang ada menunjukkan bahwa biaya material handling menyerap sebagian besar biaya produksi. Tujuan utama dari perencanaan material handling adalah untuk mnegurangi biaya produksi. Selain itu, material handling sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan failitas yang di imlementasikan. (Purnomo, 2004)

II.3.3 Prinsip-prinsip *Material Handling*

Salah satu sumbangan terbesar terhadap penganalisisan maupun pada perancangan system *material handling* adalah pengalaman. Tetapi di butuhkan waktu bertahun tahun dengan keragaman situasi yang cukup

Tabel II. 1 Prinsip – Prinsip *Material Handling*

No	Prinsip	Keterangan
1	Perencanaan	Semua perencanaan material dan aktifitas-aktifitas penyimpanan untuk mendapatkan efisiensi operasi semaksimal mungkin
2	Sistem Aliran	Mengintegrasikan sebanyak mungkin aktivitas penanganan dan mengkoordinasikan system operasi meliputi agen, penerimaan, penyimpanan, produksi, inspeksi, pengawasan, transportasi dan konsumen.
3	Aliran Material	Merencanakan urutan operasi dan tata letak peralatan untuk mengoptimumkan aliran barang/material.
4	Penyerderhanaan	Menyederhanakan penanganan dengan cara mengurangi, menghilangkan, menggabungkan pemindahan atau peralatan yang tidak perlu.
5	Gravitasi	Gunakan gravitasi untuk memindahkan barang jika mungkin
6	Memfaatkan Ruang	Memfaatkan volume bangunan seoptimal mungkin
7	Ukuran Satuan	Tingkatkan jumlah, ukuran, berat beban atau tingkat aliran
8	Mekanisasi	Operasi penanganan secara mekanik
9	Otomasi	Gunakan peralatan otomatis untuk produksi, penanganan dan penyimpanan
10	Pemilihan Peralatan	Dalam pemilihan peralatan, pertimbangkan semua aspek penanganan material, pemindahan dan metode yang digunakan
11	Standarisasi	Standarisasi metode penangana, jenis dan ukuran peralatan penanganan

Lanjutan Tabel II.1 Prinsip – Prinsip *Material Handling*

No	Prinsip	Keterangan
12	Kemampuan Adaptasi	Gunakan semua dan peralatan yang dapat menjalankan berbagai macam tugas dan penerapan dengan baik
13	Bobot Mati	Mengurangi perbandingan bobot mati dari peralatan penanganan yang bergerak terhadap beban yang dibawa
14	Utilisasi	Rencanakan pemakaian peralatan penanganan dan <i>man power</i> atau sumber tenaga daya manusia secara optimum
15	Perawatan	Rencanakan perawatan pencegahan dan Jadwal perbaikan dari semua peralatan penanganan
16	Pengawasan	Gunakan aktivitas-aktivitas penanganan material untuk meningkatkan pengendalian produksi, pengendalian persediaan dan penanganan biaya
17	Kapasitas	Gunakan peralatan penanganan untuk membantu dalam mencapai kapasitas produksi yang diinginkan
18	Efektivitas	Tentukan efektivitas kinerja penanganan dalam bentuk biaya persatuan yang ditangani
19	Keamanan	Tetapkan metode dan peralatan yang sesuai untuk keamanan penanganan

(Sumber: Meyers, F.E Hal. 161, dikutip oleh Purnomo, Hari: 2004)

II.3.4 Peralatan *Material Handling*

Perpindahan *material* ini menggunakan berbagai jenis peralatan yang disesuaikan dengan jenis barang dan lokasi fasilitas. Jenis peralatan *material handling* tersebut diantaranya adalah (Heizer dan Render 2009):

1. Conveyor

Conveyor digunakan untuk memindahkan *material* secara *continue* dengan jalur yang tetap. Memiliki beberapa keuntungan diantaranya:

- a. Kapasitas tinggi sehingga memungkinkan untuk memindahkan material dalam jumlah besar
- b. Kecepatan dapat disesuaikan
- c. Penanganan dapat digabungkan dengan aktivitas lainnya seperti proses dan inspeksi
- d. Serbaguna dan dapat ditaruh diatas lantai maupun diatas operator

- e. Pengiriman dan pengangkutan bahan secara otomatis dan tidak memerlukan bantuan beberapa operator.
- f. Tidak memerlukan *aisle* (gang)

Sementara conveyor memiliki kelemahan yaitu:

- a. Mengikuti jalur yang tetap sehingga pengangkutan terbatas pada area
- b. Dimungkinkan terjadi *bottleneck* dalam sistem
- c. Kerusakan pada salah satu bagian akan menghentikan aliran
- d. Karena berada pada posisi yang tetap maka dapat mengganggu pergerakan mesin lainnya

2. *Cranes* dan *Hoists*

Cranes (derek) dan *hoists* (kerek) adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan beban secara terputus-putus dan pada area yang terbatas.

Keuntungan:

- a. Dimungkinkan untuk mengangkat dan memindahkan benda
- b. Keterkaitan dengan rantai kerja/ produksi sangat kecil
- c. Menghemat rantai kerja

Kelemahan:

- a. Membutuhkan investasi yang besar
- b. Pelayanan terbatas pada area yang ada
- c. Hanya bergerak satu arah garis lurus dan tidak dapat berputar
- d. Hanya dapat digunakan untuk periode waktu yang pendek

3. *Trucks*

Truck merupakan alat angkut yang digerakkan tangan atau mesin yang dapat memindahkan material dengan berbagai macam jalur. Yang masuk kelompok truck antara lain adalah *forklift truck*, *hand truck*, *trailer trains*, *automated guided vehicles* (AVG).

Keuntungan *truck*:

- a. Perpindahan tidak menggunakan jalur yang tetap, oleh sebab itu dapat digunakan dimana-mana selama ruangan dapat dimasuki trucks.
- b. Mampu untuk *loading*, *unloading* dan mengangkat kecuali memindahkan *material*.

- c. Karena gerakannya tidak terbatas, memungkinkan untuk melayani tempat yang berbeda, *truck* dapat mencapai tingkat pemakaian tinggi.

Kelemahan *truck*:

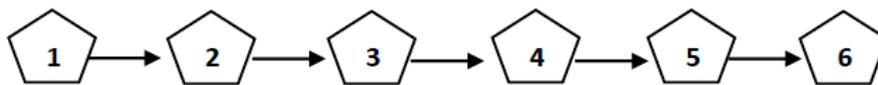
- a. Tidak mampu menangani beban yang berat
- b. Mempunyai kapasitas yang terbatas setiap pengangkutan
- c. Memerlukan gang
- d. Sebagian besar trucks harus dijalankan oleh operator
- e. Trucks tidak bisa melakukan tugas ganda atau gabungan yaitu proses dan inspeksi seperti peralatan lainnya.

II.3.5 Pengaruh Pindahkan Bahan Pada Perencanaan Tata Letak Pabrik

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* (Anthara, 2011).

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:

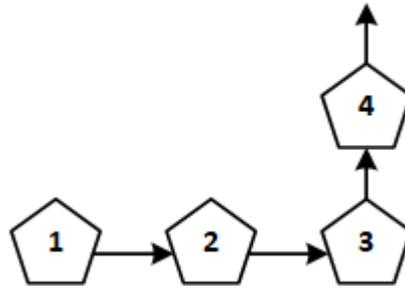
1. Pola aliran garis lurus digunakan untuk proses produksi yang pendek dan sederhana.



Gambar II. 5 Pola Garis Lurus (Apple 1990)

2. Pola aliran bentuk L

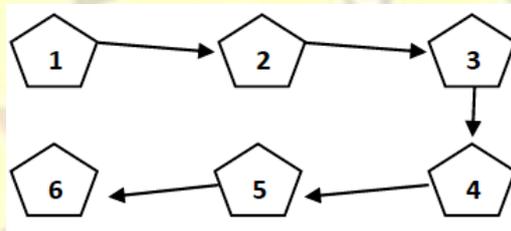
Pola ini hampir sama dengan pola garis lurus, hanya saja pola ini digunakan untuk mengakomodasi jika pola aliran garis lurus tidak bisa digunakan dan biaya bangunan terlalu mahal jika menggunakan pola aliran garis lurus.



Gambar II. 6 Pola aliran bentuk L (Apple 1990)

3. Pola aliran bentuk U

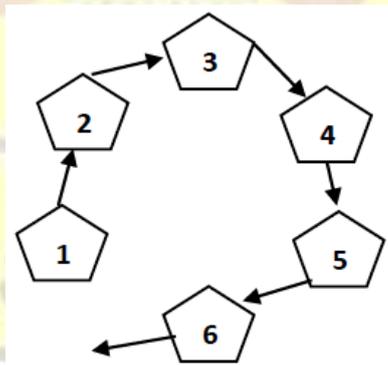
Pola ini digunakan jika aliran masuk *material* dan aliran keluaranya produk pada lokasi yang relatif sama.



Gambar II. 7 Pola aliran bentuk U (Apple 1990)

4. Pola aliran bentuk O

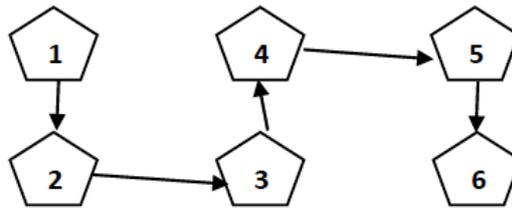
Pola ini digunakan jika keluar masuknya *material* dan produk pada satu tempat/satu pintu. Kondisi ini memudahkan dalam pengawasan keluar masuknya barang.



Gambar II. 8 Pola aliran bentuk O (Apple 1990)

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 II. 9 Pola aliran bentuk S (Apple 1990)

Tata letak pabrik adalah suatu aktivitas desain yang berkaitan dengan tanggung jawab dalam pengaturan lokasi dari setiap fasilitas manufaktur baik yang berhubungan langsung dengan fungsi layanan atau *service*. Desain *layout* akan memiliki pengaruh yang kuat dalam menentukan biaya dan tingkat efisiensi dari sistem *material handling* yang diaplikasikan dibandingkan dengan desain lainnya. Dengan demikian pada saat perencanaan *layout* suatu pabrik pada saat itulah secara bersamaan juga dipikirkan desain fasilitas *material handling* yang akan diaplikasikan.

II.3.6 Ongkos *Material Handling*

Di dalam merancang tata letak pabrik, maka aktivitas pemindahan bahan merupakan salah satu hal yang cukup penting untuk diperhatikan dan diperhitungkan. Tujuan dari pemindahan bahan adalah sebagai berikut:

1. Manaikkan kapasitas
2. Memperbaiki kondisi kerja
3. Memperbaiki pelayanan pada pelanggan
4. Meningkatkan pemanfaatan ruang dan peralatan
5. Mengurangi ongkos

Beberapa aktivitas *material handling* yang perlu diperhitungkan adalah pemindahan bahan menuju gudang bahan baku dan keluar dari gudang jadi serta pemindahan atau pengangkutan yang terjadi di dalam pabrik saja. Faktor – factor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling* diantaranya adalah jarak tempuh dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain dan ongkos pengangkutan per meter gerakan. Pengukuran jarak tempuh tersebut disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan. Dengan demikian, jika jarak tempuh sudah ditentukan dan frekuensi *material handling* sudah diperhitungkan maka ongkos *material handling* dapat diketahui. Untuk mendapatkan perhitungan besaran

ongkos *material handling*/meter, dilakukan perhitungan sebagai berikut (Hadiguna, Rika Ampuh, 2009):

Ongkos material handling dikonversikan kedalam satuan detik kemudian dikalikan dengan detik per meter geraknya.

1. Biaya upah operator

$$\text{Biaya upah operator} = \frac{\text{Upah operator}}{\text{Waktu kerja}} \quad \dots \text{ (II.1)}$$

$$\text{OMH Manusia} = \text{Biaya upah operator} \times \text{Detik per meter} \quad \dots \text{ (II.2)}$$

2. Harga hand fallet

$$\text{Harga hand fallet} = \frac{\text{Harga alat angkut}}{\text{Umur pakai} \times 1 \text{ Tahun hari kerja}} \quad \dots \text{ (II.3)}$$

$$\text{OMH hand fallet} = (\text{Biaya upah operator} + \text{harga hand fallet}) \times (\text{Detik per meter}) \quad \dots \text{ (II.4)}$$

3. Harga forklift

$$\text{Harga forklift} = \frac{\text{Harga alat angkut}}{\text{Umur pakai} \times 1 \text{ Tahun hari kerja}} \quad \dots \text{ (II.5)}$$

$$\text{OMH forklift} = (\text{Biaya upah operator} + \text{harga forklift} + \text{Harga BBM}) \times (\text{Detik per meter}) \quad \dots \text{ (II.6)}$$

Sehingga rumus total OMH adalah sebagai berikut:

$$\text{Total OMH} = (\text{Ongkos per meter gerakan}) \times (\text{Jarak tempuh pengangkutan}) \times (\text{Frekuensi}) \quad \dots \text{ (II.7)}$$

II.4 Peta Dari-Ke (*From-To Chart*)

From to chart adalah metode konvensional yang sering digunakan untuk perencanaan tata letak. Metode ini sangat berguna untuk perencanaan apabila barang yang mengalir pada suatu lokasi berjumlah banyak seperti bengkel-bengkel, mesin umum, kantor atau fasilitas-fasilitas lainnya. Peta dari-ke dilakukan dengan cara mengubah data dasar menjadi data yang siap dipakai pada peta dari-ke dilanjutkan dengan membuat matriks sesuai jumlah kegiatan, kemudian masukkan data sesuai dengan kegiatan tersebut. Adapun data masukan ke dalam matriks dapat berbagai bentuk yang antara lain sebagai berikut (Purnomo, 2004):

1. Jumlah gerakan antar kegiatan.

2. Jumlah bahan yang dipindahkan tiap periode waktu.
3. Berat bahan yang dipindahkan tiap periode.
4. Kombinasi dari jumlah, waktu, dan berat tiap satuan waktu.
5. Persentase dari tiap kegiatan terhadap kegiatan-kegiatan sebelumnya.

From to chart juga dikenal sebagai *travel chart* atau *cross chart*, umunya terdiri dari besaran-besaran aliran *material* antara dua bangunan departemen atau mesin. Peta *from to chart* memberikan informasi mengenai jumlah perjalanan *material handling* antara dua pusat aktifitas dan total jarak *material handling*. *Flow to chart* dibagi menjadi dua yaitu *from to chart inflow* dan *from to chart outflow*. *From to chart inflow* merupakan koefisien atas ongkos pada *from to chart* dilihat dari ongkos yang masuk ke suatu mesin. Berikut ini adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan untuk *from to chart inflow*.

$$\frac{\text{Ongkos di Mesin}}{\text{Ongkos yang Masuk Dari Mesin}} \dots \text{(II.8)}$$

From to chart outflow merupakan koefisien atas ongkos pada *from to chart* dilihat dari ongkos yang keluar dari suatu mesin. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan untuk *from to chart outflow* adalah sebagai berikut.

$$\frac{\text{Ongkos di Mesin}}{\text{Ongkos yang Keluar Dari Mesin}} \dots \text{(II.9)}$$

From to chart biasanya sangat berguna apabila barang yang mengalir pada suatu wilayah berjumlah banyak, seperti misalnya di bengkel, kantor, dan lain-lain. Juga berguna apabila keterkaitan terjadi antara beberapa kegiatan dan jika diinginkan adanya penyusunan kegiatan optimum. Kegunaan *from to chart* antara lain adalah untuk menganalisis perpindahan bahan, sebagai perencanaan pola aliran, penentuan lokasi kegiatan, pemendekan jarak perjalanan selama proses, perbandingan pola aliran atau letak pengganti, pengukuran efisiensi pola aliran, perinupaan perpindahan bahan, menunjukkan ketergantungan satu kegiatan dengan kegiatan lainya, menunjukkan volume perpindahan antar kegiatan, menunjukkan keterkaitan lintas produksi, menunjukan masalah kemungkinan antara beberapa produk, komponen, barang, bahan, dan lain sebagainya.

From to chart atau peta dari ke- secara umum mempunyai beberapa keuntungan dan kegunaan yaitu menganalisa perpindahan bahan, perencanaan pola

aliran, mengukur efisiensi pola aliran, menunjukkan ketergantungan suatu aktivitas dengan aktivitas lainnya, merencanakan hubungan antara sejumlah produk, bagian, item dan lainnya, menggambarkan jumlah hubungan antara aktivitas dan pergerakan diantaranya, memperpendek jarak perjalanan dalam suatu proses (Apple, 1990).

Tabel Skala Prioritas (TSP)

Tabel skala prioritas menunjukkan hubungan antar mesin dan gudang adalah skala yang menunjukkan derajat kepentingan antar mesin-mesin produksi maupun antar mesin dan gudang. Skala prioritas dibagi dua macam yaitu skala prioritas *inflow* (dibuat berdasarkan *inflow*) dan skala prioritas *outflow* (dibuat berdasarkan *outflow*) (Anthara, 2011).

Tabel skala prioritas untuk membantu dalam menentukan kegiatan yang harus diletakkan pada satu tempat maka digunakan derajat kedekatan yaitu seperti mutlak perlu kegiatan yang berdampingan satu sama lain, sangat penting kegiatan berdekatan, pentingnya kegiatan berdekatan, kedekatan dimana saja tidak ada masalah. Pengisian derajat kedekatan pada tabel skala prioritas berdasarkan angka-angka atau koefisien dari *from to chart inflow* dan *from to chart outflow* dengan *range* nilai untuk masing-masing derajat kedekatan (Apple, 1990).

Tabel skala prioritas adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antara departemen atau mesin dalam suatu lintas atau *layout* produksi. Referensi tabel skala prioritas didapat dari perhitungan *Outflow-Inflow*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefisien ongkosnya. Tabel skala prioritas ini selanjutnya akan menjadi acuan bagi pembuatan *activity relationship diagram* (ARD). Pembuatan *activity relationship diagram* harus berdasarkan prioritas yang ada di masing-masing departemen. Jadi, masing-masing departemen dalam menempatkan departemen yang satu dengan yang lain harus berdasarkan tabel skala prioritas. Bila didasarkan pada *from to chart in-flow*, maka prioritas disusun dari ongkos yang terkecil hingga terbesar. Sebaliknya, bila terpilih *from to chart out-flow* maka penyusunan prioritas berdasarkan ongkos terbesar hingga terkecil.

Adapun tujuan dalam pembuatan tabel skala prioritas yaitu: untuk meminimumkan ongkos, memperkecil jarak *Handling*, mengoptimalkan *Layout*.

Prioritas dari departemen atau mesin diketahui setelah membandingkan nilai terendah dari pada tabel *from to chart inflow* dan tabel *outflow* (Anthara, 2011).

II.5 *Activity Relationship Diagram (ARD)*

Activity Relationship Diagram (ARD) adalah diagram hubungan antar aktivitas (departemen/mesin) berdasarkan tingkat prioritas kedekatan, sehingga diharapkan ongkos material handling minimum (Apple, 1990).

Tujuan dari *Activity Relationship Diagram (ARD)* yaitu:

1. Menentukan letak lokasi departemen satu dengan yang lain
2. Menggambarkan hubungan derajat kepentingan antar departemen sehingga perencanaan yang ditentukan dapat berjalan dengan tepat.

Keuntungan pembuatan *Activity Relationship Diagram (ARD)* yaitu:

1. Pembagian wilayah kegiatan menjadi sistematis
2. Meminimumkan ruangan yang tidak digunakan
3. Memudahkan proses tata letak.

Dasar pembuatan untuk ARD yaitu TSP. Jadi yang menempati prioritas pertama pada TSP harus didekatkan letaknya lalu diikuti prioritas berikutnya. Pada penyusunan ARD ini kemungkinan terjadinya error karena hal ini berangkat dari asumsi bahwa semua departemen berdekatan satu sama lain. Adapun yang dimaksud dengan error disini adalah suatu keadaan dimana departemen-departemen yang mendapatkan prioritas satu tidak dapat menempati posisinya untuk saling berdekatan satu sama lain tanpa ada pembatas dari departemen lain. Batas error yang diizinkan dalam penempatan departemen-departemen tersebut adalah maksimal dua buah error (Anthara, 2011).

II.6 **Peta Hubungan Aktivitas**

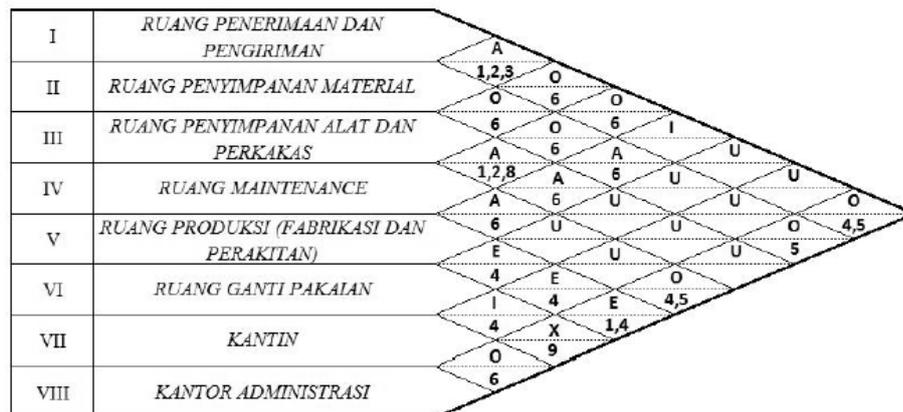
Merupakan suatu teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas. Peta hubungan aktivitas sering dinyatakan dalam penilaian “kualitatif” dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subjektif. Peta ini memiliki banyak kegunaan di antaranya yaitu menunjukkan hubungan keterkaitan antar kegiatan

beserta alasannya, sebagai masukan untuk menentukan penyusunan daerah selanjutnya, dan lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan (Wignjosoebroto, 2009).

Activity Relationship Chart sangat berguna untuk perencanaan dan analisis hubungan aktivitas antar masing-masing departemen. Pada dasarnya diagram ini menjelaskan mengenai hubungan pola aliran bahan dan lokasi dari masing-masing departemen penunjang terhadap departemen produksinya. Pada dasarnya *Activity Relationship Chart* ini hampir mirip dengan *From To Chart*, hanya saja disini analisisnya bersifat kualitatif. Kalau pada *from to chart* analisis dilaksanakan berdasarkan angka-angka berat/volume dan jarak perpindahan bahan dari satu departemen ke departemen lain, maka *Activity relationship* akan menggantikan kedua hal tersebut dengan kode huruf yang akan menunjukkan derajat hubungan aktivitas secara kualitatif dan juga kode angka yang akan menjelaskan alasan untuk pemilihan kode huruf tersebut (Wignjosoebroto, 2009).

Secara garis besar cara membuat *activity relationship chart* adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004):

1. Catat semua departemen pada peta hubungan aktivitas.
2. Lakukan wawancara atau survei pada tenaga kerja tiap-tiap departemen atau kepada pihak manajemen tentang aktivitas pada setiap departemen.
3. Masukkan alasan setiap pasangan departemen pada peta keterkaitan yang didasarkan pada informasi karyawan dan pihak manajemen atau pengetahuan tentang keterkaitan antar kegiatan.
4. Catat derajat kedekatan setiap pasangan pada peta keterkaitan sesuai dengan alasan yang dimasukkan.
5. Evaluasi peta keterkaitan kreativitas dengan meminta pertimbangan orang lain yang tahu tentang keterkaitan antar departemen.



Gambar II. 10 Activity Relationship Chart (Wignjosoebroto, 2009)

Pada ARC terdapat variabel berupa suatu simbol yang melambangkan derajat keterdekatan antara departemen satu dengan departemen lainnya. Simbol-simbol yang digunakan untuk menunjukkan derajat keterkaitan aktivitas adalah sebagai berikut:

Tabel II. 2 Standar Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas

Derajat (Nilai) Kedekatan	Deskripsi	Kode Warna
A	Mutlak	Merah
E	Sangat Penting	Kuning
I	Penting	Hijau
O	Cukup atau Biasa	Biru
U	Tidak Penting	Tidak Ada Warna
X	Tidak Dikehendaki	Cokelat

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Sedangkan kode dan deskripsi alasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel II. 3 Kode dan Deskripsi Alasan

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Penggunaan catatan secara bersamaan
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	Menggunakan <i>space</i> area yang sama
4	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan
6	Urutan aliran kerja
7	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dan lain-lain.

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Adapun prosedur penyusunan ARC yaitu:

1. Identifikasi semua fasilitas kerja atau departemen-departemen yang akan diatur tata letaknya dan tuliskan daftar urutannya dalam peta.
2. Lakukan *interview* atau wawancara atau *survey* terhadap karyawan dari setiap departemen yang tertera dalam daftar peta dan juga dengan manajemen yang berwenang.
3. Definisikan kriteria hubungan antar departemen yang akan diatur letaknya berdasarkan derajat keterdekatan hubungan serta alasan masing-masing dalam peta. Selanjutnya tetapkan nilai hubungan tersebut untuk setiap hubungan aktivitas antar departemen yang ada dalam peta.
4. Diskusikan penilaian hubungan aktivitas yang telah dipetakan tersebut dengan kenyataan dasar manajemen. Secara bebas beri kesempatan untuk evaluasi atau perubahan yang lebih sesuai. *Checking, recheckeing* dan tindakan koreksi perlu dilakukan agar ada konsistensi atau kesamaan persepsi dari mereka yang terlibat dalam hubungan kerja.

II.7 Area Allocation Diagram (AAD)

Area Allocation Diagram ini merupakan lanjutan penganalisaan tata letak setelah *Activity Allocation Diagram (ARD)* dan *Activity Allocation Chart (ARC)*, maka dapat dibuat area Allocation Diagramnya. *Area Allocation Diagram (AAD)* merupakan kelanjutan dari ARC dimana dalam ARC diketahui kesimpulan dari tingkat kepentingan antar aktivitas. Maka dengan demikian ada sebagian aktivitas harus dekat dengan aktivitas yang lainnya dan juga sebaliknya. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan antar aktivitas mempengaruhi tingkat kedekatan antar tata letak aktivitas tersebut. Kedekatan aktivitas tata letak tersebut dapat dilihat dalam *Area Allocation Diagram (AAD)*. *Area Allocation Diagram (AAD)* merupakan template secara global, informasi yang dapat dilihat hanya pemanfaatan area saja, sedangkan gambar visualisasinya secara lengkap dapat dilihat pada template yang merupakan hasil akhir dari penganalisan dan perencanaan tata letak fasilitas dan pemindahan bahan. ARC dan AAD merupakan jenis peta yang menggambarkan hubungan antar ruangan- ruangan akibat dari alasan- alasan tertentu yang harus dipenuhi (Anthara, 2011).

Adapun dasar pertimbangan dalam prosedur pengalokasian area ini adalah sebagai berikut:

1. Aliran produk, material, peralatan
2. ARC, informasi aliran, aliran personil, hubungan fisik
3. Tempat yang dibutuhkan
4. ARD

Tujuan dari AAD adalah untuk merancang penyusunan unit- unit ruangan yang diperlukan setiap kegiatan kerja secara menyeluruh dengan cara seefisien mungkin.

II.8 Pengukuran Jarak (*Distance Measurement*)

Pengukuran jarak adalah untuk menentukan sejauh mana atau ukuran panjang juga lebar dari suatu lokasi atau lokasi satu dengan yang lainnya. Ada beberapa ukuran yang digunakan untuk memperkirakan jarak dalam tata letak, yaitu (Hadiguna, 2008):

1. Euclidean, matrik Euclidean mengukur garis lurus antar pusat-pusat fasilitas. Walaupun itu mungkin tidak realistis dalam beberapa kasus, tetapi merupakan pengukuran sangat umum yang digunakan karena mudah dimengerti. Dalam mengembangkan sebuah persamaan untuk Euclidean, berikut notasi yang harus diingat:

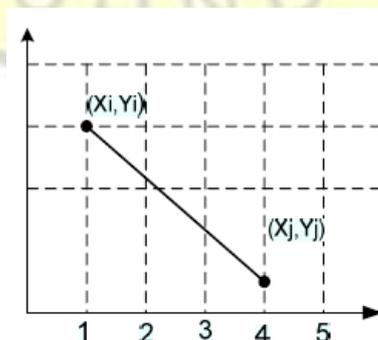
x_i = koordinat x dari pusat fasilitas i

y_i = koordinat y dari pusat fasilitas i

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

Berikut persamaan dari matrik Euclidean:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \quad \dots \text{(II.10)}$$



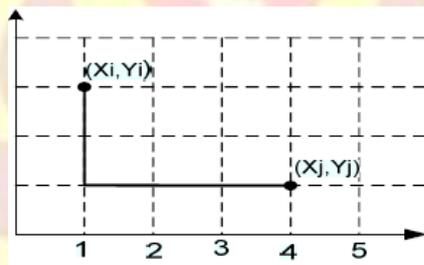
Gambar II. 11 Jarak *Euclidean* (Hadiguna, 2008)

2. Squared Euclidean, sesuai dengan namanya (eucledian yang dikuadratkan), pengkuadratan memberikan bobot yang lebih besar terhadap jarak sepaang fasilitas serta terhadap kedekatnya. Semua itu memiliki aplikasi yng sedikit dan relatif untuk jarak squared eucledian. Bagaimanapun, semua itu memberikan beberapa pengertian untuk beberapa masalah, khususnya untuk beberapa masalah lokasi. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \quad \dots \text{(II.11)}$$

3. Rectilinear, rectilinear disebut juga the manhattan, sudut siku-siku atau matrik persegi panjang. Ini umumnya digunakan, karena memiliki perhitungan yang mudah, mudah dimengerti, cocok untuk berbagai masalah yang praktis. Rectilinear yaitu penjumlahan selisih jarak horizontal dan selisih jarak vertical dari titik pusat kedua fasilitas. Dan memiliki persamaan sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad \dots \text{(II.12)}$$



Gambar II. 12 Jarak *Rectilinear* (Hadiguna, 2008)

4. Tchebychev, Tchebychev menganggap masalah pemindahan material pada mesin berat dalam pabrik menggunakan derek yang dikendalikan oleh dua motor yang berbeda, yang satu bergerak pada arah x dan yang lainnya bergerak pada arah y. Waktu untuk mencapai pusat failitas j dari pusat fasilitas i tergantung pada besarnya jarak x dan y. dengan persamaan sebagai berikut:

$$d_{ij} = \max (|x_i - x_j|, |y_i - y_j|) \quad \dots \text{(II.13)}$$

Apabila derek dikendalikan oleh tiga oleh motor yang berbeda, maka terdapat tiga dimensi yaitu x, y dan z. dengan begitu rumus yang digunakan yaitu:

$$d_{ij} = \max (|x_i - x_j|, |y_i - y_j|, |z_i - z_j|) \quad \dots \text{(II.14)}$$

5. Aisle Distance, aisle distance berbeda dari semua rumus karena merupakan perhitungan jarak yang bergerak sepanjang gang (aisle) dengan alat pengangkut material handling.

6. Adjacency, merupakan rumus lainnya yang menunjukkan apakah antar fasilitas itu berbatasan. Ini dinamakan matrik perbatasan atau kedekatan. Kekurangannya adalah rumus ini tidak membedakan fasilitas yang tidak berdekatan atau berbatasan.
7. Lintasan terpendek, Yaitu jarak antara dua simpul pada masalah lokasi jaringan kerja. Cara demikian digunakan untuk masalah yang memiliki banyak lintasan.

II.9 Algoritma CRAFT

Teknik CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*) pertama kali diperkenalkan oleh Armour dan Buffa pada tahun 1964 yang bertujuan untuk meminimumkan biaya perpindahan material, dimana biaya perpindahan material didefinisikan sebagai aliran produk, jarak dan biaya unit pengangkutan. CRAFT merupakan sebuah program perbaikan, program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap. Namun CRAFT hanya dapat melayani pertukaran sampai 40 departemen, CRAFT mengevaluasi tata letak dengan cara mempertukarkan lokasi fasilitas. Pertukaran-pertukaran ini berlangsung terus menerus dan selanjutnya pertukaran fasilitas ini akan membawa ke arah tata letak yang mendekati optimal dengan mempertimbangkan biaya perpindahan *material*.

Adapun input yang diperlukan untuk algoritma CRAFT antara lain:

1. Tata letak awal

Tata letak awal yang dipakai bisa berupa tata letak yang sudah ada atau tata letak hasil rancangan baru. Informasi yang dibutuhkan dari tata letak awal adalah data jumlah fasilitas dan luas area masing-masing fasilitas.

2. Data aliran

Data aliran *material* yang ada dalam suatu rantai produksi bisa diperoleh dari *from to chart* (FTC). Selain FTC, dalam menentukan keterkaitan antar kelompok kegiatan digambarkan pula dalam bentuk *Activity Relationship Chart* (ARC).

3. Data biaya

CRAFT memerlukan input berupa biaya perpindahan *material*. Input biaya perpindahan berupa biaya persatuan perpindahan persatuan jarak.

4. Jumlah departemen yang tidak berubah

Salah satu masukan dalam algoritma CRAFT adalah jumlah departemen yang tidak bisa diubah lagi tata letaknya. Dalam beberapa kasus ditemukan beberapa departemen yang tidak bisa di ubah tata letaknya. Departemen yang dibangun dalam bentuk bangunan tetap tentu tidak bisa lagi dirubah tata letaknya.

CRAFT selanjutnya mempertimbangkan perubahan antara departemen-departemen yang luasnya sama atau mempunyai sebuah batas dekat untuk mengurangi biaya transportasi. Tipe-tipe pertukaran yang terjadi pada Algoritma CRAFT yaitu *Improve by Exchanging 2 Departemens*, *Improve by Exchanging 3 Departemens*, *Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens*, and *Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens*.

Cara Kerja Algoritma CRAFT

Cara perhitungan logika algoritma CRAFT dimulai dengan menentukan titik pusat tiap departemen pada *layout* awal, kemudian CRAFT menghitung jarak *rectilinear* antar pasangan titik pusat masing-masing departemen dan menyimpan hasil perhitungan tersebut dalam matriks jarak. CRAFT untuk selanjutnya mempertimbangkan seluruh kemungkinan pertukaran antara dua atau tiga departemen dan kemudian menentukan pertukaran yang terbaik. Pertukaran terbaik adalah pertukaran yang paling banyak mengurangi nilai *layout* awal (nilai "*Total Contribution*" terendah).

Apabila telah didapat hasil pertukaran yang terbaik, selanjutnya CRAFT memperbarui *layout* awal sesuai hasil pertukaran tersebut dan menghitung titik pusat baru dari tiap departemen untuk menyelesaikan hasil iterasi pertama. Iterasi kedua memiliki langkah algoritma yang sama dengan iterasi pertama, dengan *layout* hasil iterasi pertama yang menjadi objek perhitungan. Berikutnya iterasi ketiga dengan *layout* hasil iterasi kedua yang menjadi objek perhitungan, dan seterusnya.

Proses iterasi ini berlanjut terus menerus hingga didapat nilai *Total Contribution* sudah tidak memungkinkan untuk dapat dikurangi lagi. Jika proses iterasi telah berhenti, ini berarti CRAFT telah mendapatkan solusi akhir *layout* yang mendekati optimal.

Pada dasarnya CRAFT dibatasi untuk *layout* yang berbentuk segi empat (*rectangular*). Namun, dengan adanya departemen *dummy*, CRAFT juga dapat digunakan untuk bentuk yang bukan segi empat (*non-rectangular*). Departemen *dummy* tidak memiliki aliran dan interaksi apapun dengan departemen lainnya, dan departemen *dummy* harus berada dalam posisi yang tetap (*fixed position*).

Biasanya pada penelitian menggunakan algoritma CRAFT mengikuti prosedur algoritma pertukaran fasilitas pada *software* WinQSB.



Bab III Usulan Pemecahan Masalah

III.1 Model Pemecahan Masalah

Model penelitian yang digunakan untuk pemecahan masalah pada penelitian ini yaitu model kuantitatif, kualitatif, dan algoritma heuristik. Model Kuantitatif digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2015). Lalu Model Kualitatif berfungsi menetapkan human instrument, fokus penelitian, memilih informan sebagai sumber data, menilai kualitas data, analisis data, menafsirkan data dan membuat kesimpulan atas temuannya (Sugiyono, 2015). Sedangkan Model Algoritma Heuristik digunakan untuk mengeksekusi algoritma pada waktu komputasi yang wajar dan desain kebutuhan komputasi yang sederhana serta untuk menghasilkan solusi rata-rata yang mendekati nilai optimum (Anthara, 2011).

Dari model penelitian yang digunakan terdapat metode-metode yang dapat menunjang dalam memecahkan masalah pada penelitian ini yaitu pengolahan data menggunakan Metode Konvensional dan pengolahan data menggunakan Algoritma CRAFT. Pada Metode Konvensional terdapat dua model penelitian yaitu model Kuantitatif dan Kualitatif, adapun Metode Konvensional ini melingkupi *From To Chart (FTC)*, *Activity Relationship Diagram (ARD)*, *Activity Relationship Chart (ARC)*, *Area Allocation Diagram (AAD)*, dan *Ongkos Material Handling Usulan/Revisi*. Metode Konvensional ini bertujuan untuk menentukan hubungan aktivitas berdasarkan urutan prioritas kedekatan antar departemen dalam suatu lintas atau *layout* produksi, untuk meminimumkan jarak perpindahan serta ongkos material handling dengan beberapa alternatif usulan OMH yang nanti terpilih. Sedangkan Metode Algoritma CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*) merupakan model Algoritma Heuristik. Dimana Metode Algoritma CRAFT yaitu program perancangan tata letak yang mendekati optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap dengan menggunakan tipe-tipe pertukaran departemen yang akan diberlakukan pada Algoritma CRAFT. Dimana tujuan dari Metode Algoritma CRAFT ini yaitu untuk *merelayout* tata letak

fasilitas yang ada agar menghasilkan tata letak fasilitas yang mendekati optimum dengan mempertimbangkan ongkos *material handling*. Adapun *Input* yang diperlukan untuk Algoritma CRAFT ini adalah OMH alternatif usulan terpilih dari Metode Konvensional, sehingga nanti OMH alternatif usulan terpilih yang diolah pada Algoritma CRAFT dapat lebih mendekati optimum. Dan Metode Algoritma CRAFT ini dibantu dengan menggunakan *software* WinQSB.

III.2 Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini digunakan langkah-langkah pemecahan masalah yang dilakukan secara sistematis dan tepat. Adapun langkah-langkah pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan di Perusahaan X Kp. Sutang, Desa Citorek, Kecamatan Cibeer. dalam tahap ini dilakukan pengenalan dan pemahaman mengenai lingkungan perusahaan

2. Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah

3. Penetapan Tujuan

4. Pembatasan dan Asumsi

5. Studi Literatur

6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk dapat menunjang keberlangsungan pemecahan masalah pada penelitian ini. Data-data dikumpulkan melalui wawancara pemilik perusahaan, keterangan perusahaan, dan referensi data perusahaan. Adapun data-data yang diperoleh antara lain:

- Jumlah fasilitas produksi
- Data aliran bahan
- Data jarak antar fasilitas
- Data waktu perpindahan
- Data biaya perpindahan material
- Data *material handling*
- Luas setiap departemen/fasilitas

7. Pengolahan Data

Pada tahap ini semua data yang dapat menunjang keberlangsungan pemecahan masalah pada penelitian ini telah terkumpul. Maka langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Membuat ongkos *material handling* awal

Pada pembuatan ongkos *material handling* awal dapat ditentukan dengan merujuk persamaan matematis (II.1) s.d. (II.7) pada sub bab II.3.6

- Menggunakan Metode Konvensional

- a. Membuat *From To Chart (FTC)*

Pada pembuatan *From To Chart (FTC)* terdapat 2 pengolahan data yaitu berdasarkan *Inflow* dan *Outflow*. Pengolahan data tersebut dapat ditentukan dengan merujuk persamaan matematis (II.8) dan (II.9) pada sub bab II.4. Dan selanjutnya membuat Tabel Skala Prioritas berdasarkan *FTC inflow dan outflow*

- b. Membuat *Activity Relationship Diagram (ARD)*

Pada pembuatan *Activity Relationship Diagram (ARD)* di tentukan berdasarkan Tabel Skala Prioritas untuk penempatan setiap departemennya.

- c. Membuat *Activity Relationship Chart (ARC)*

Pada pembuatan *Activity Relationship Chart (ARC)* ditentukan dengan derajat hubungan aktivitas dengan menggunakan kode huruf dan juga kode angka yang menunjukkan derajat hubungan aktivitas. Pembuatan *ARC* ini dapat ditentukan dengan merujuk tabel II.2 dan tabel II.3 serta prosedur penyusunan *ARC* pada sub bab II.6

- d. Membuat *Area Allocation Diagram (AAD)*

Pembuatan *Area Allocation Diagram (AAD)* ditentukan dari hasil penganalisaan *Activity Allocation Diagram (ARD)* dan *Activity Allocation Chart (ARC)*, kemudian dibuat *area allocation* diagramnya.

- e. Membuat ongkos *material handling* usulan/revisi

Pada pembuatan ongkos *material handling* usulan/revisi digunakan perhitungan jarak dengan menggunakan jarak (*rectilinear*), yaitu jarak yang diukur tegak lurus antara pusat stasiun kerja satu dengan pusat stasiun kerja lainnya. Perhitungan jarak *rectilinear* ini dapat ditentukan dengan

merujuk persamaan matematis (II.12) pada sub bab II.8. Selanjutnya menghitung ongkos material handling usulan/revisi dengan merujuk persamaan matematis (II.1) s.d. (II.7) pada sub bab II.3.6

- Perbandingan ongkos *material handling* tata letak awal dengan ongkos *material handling* tata letak usulan/revisi

Dilakukan perbandingan ongkos *material handling* tata letak awal dengan ongkos *material handling* tata letak usulan/revisi, untuk menentukan ongkos *material handling* tata letak terpilih.

- Ongkos *material handling* tata letak usulan alternatif terpilih
- Menggunakan Metode Algoritma CRAFT
 - a. Pengolahan Data Menggunakan Metode Algoritma CRAFT dengan *Software WinQSB*

Pengolahan ongkos *material handling* tata letak terpilih pada Metode Konvensional diolah menggunakan tipe-tipe pertukaran departemen yang terdapat pada Metode Algoritma CRAFT diantaranya *Improve by Exchanging 2 Departemens, Improve by Exchanging 3 Departemens, Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens, and Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens*. Dan *output* dari ke-4 pertukaran tersebut yaitu *Initial Evaluate Layout, Analisis Layout* dan *Ongkos Material Handling Evaluate*, serta *Layout Distance Evaluate*

- b. Analisis ongkos *material handling* usulan terpilih

Analisis ongkos *material handling* usulan terpilih dilakukan dengan menganalisis hasil pengolahan data Ongkos material handling awal, Metode Konvensional dan *output* dari ke-4 pertukaran tata letak *layout* yaitu *Initial Evaluate Layout, Analisis Layout* dan *Ongkos Material Handling Evaluate*, serta *Layout Distance Evaluate* pada Metode Algoritma CRAFT, sehingga layout usulan terpilih nanti dapat lebih mendekati optimum dengan mempertimbangkan ongkos *material handling*nya.

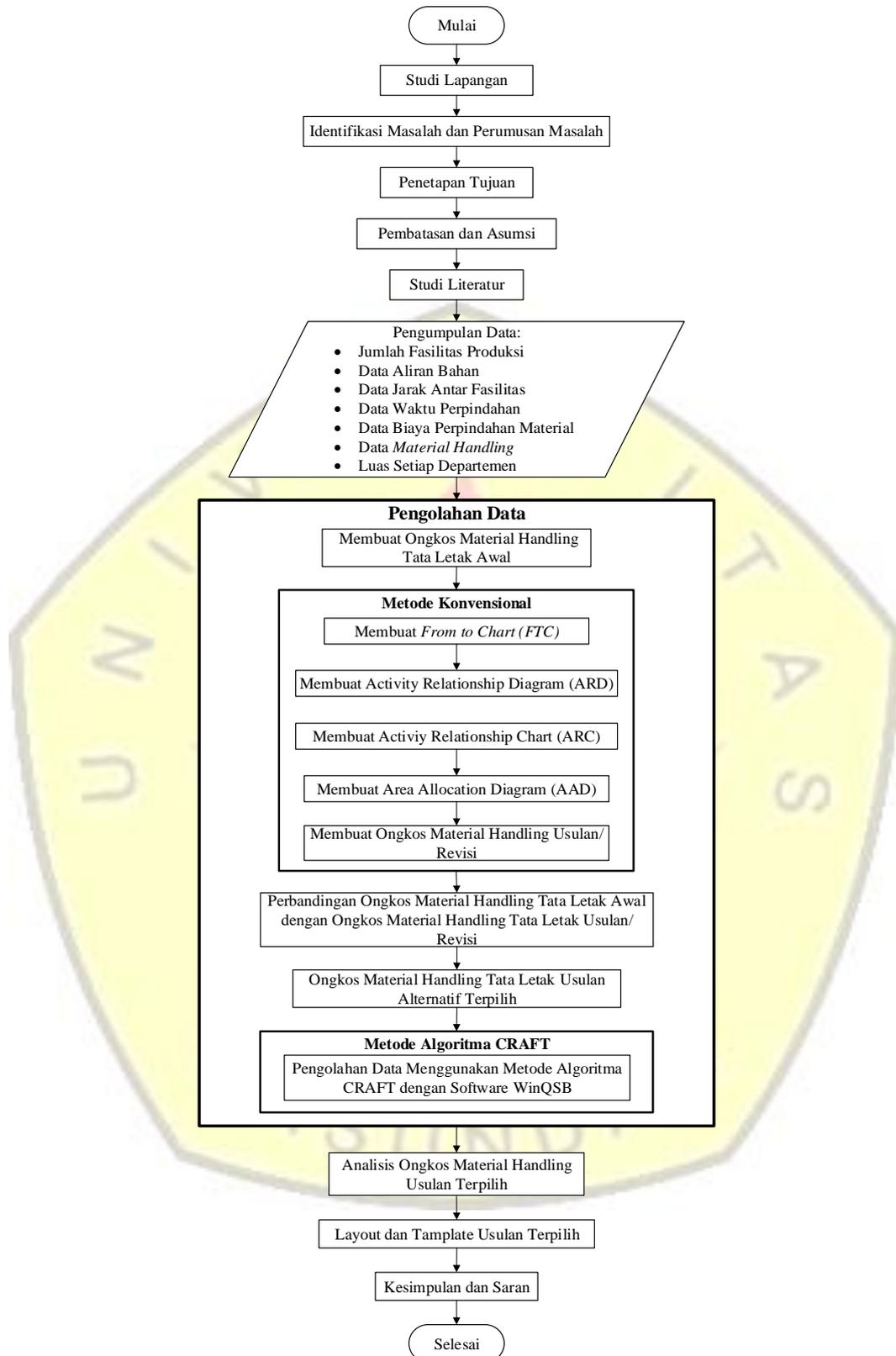
- c. *Layout* dan *Tamplate* usulan terpilih

8. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk menjawab dari perumusan masalah penelitian, merealisasikan tujuan dan manfaat dari penelitian, serta memberikan saran demi perkembangan penelitian selanjutnya yang lebih baik.



Berdasarkan langkah-langkah pemecahan masalah diatas, maka bila digambarkan menggunakan *flowchart* adalah sebagai berikut:



Gambar III. 1 Flowchart Pemecahan Masalah

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

IV.1 Pengumpulan Data

Perusahaan X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan khususnya tembaga, untuk lokasi pertambangan perusahaan X berada di Kp. Sutang, Desa Citorek, Kecamatan Cibeber. Dalam proses produksinya Perusahaan X hanya memproduksi tembaga setengah jadi dan kemudian akan dijual kembali ke perusahaan-perusahaan yang membuat produk dengan bahan menggunakan tembaga. Pada penelitian perbaikan *layout* pertambangan ini, pengumpulan data didapatkan dari hasil wawancara pemilik perusahaan, keterangan perusahaan, dan referensi data perusahaan pada perusahaan X. Adapun data-data yang diperlukan yaitu data jumlah fasilitas produksi, data luas setiap departemen/fasilitas, data aliran bahan, data jarak antar fasilitas, data waktu perpindahan, data *material handling*, dan data biaya perpindahan *material*.

IV.1.1 Data Jumlah dan luas Departemen/Fasilitas Produksi

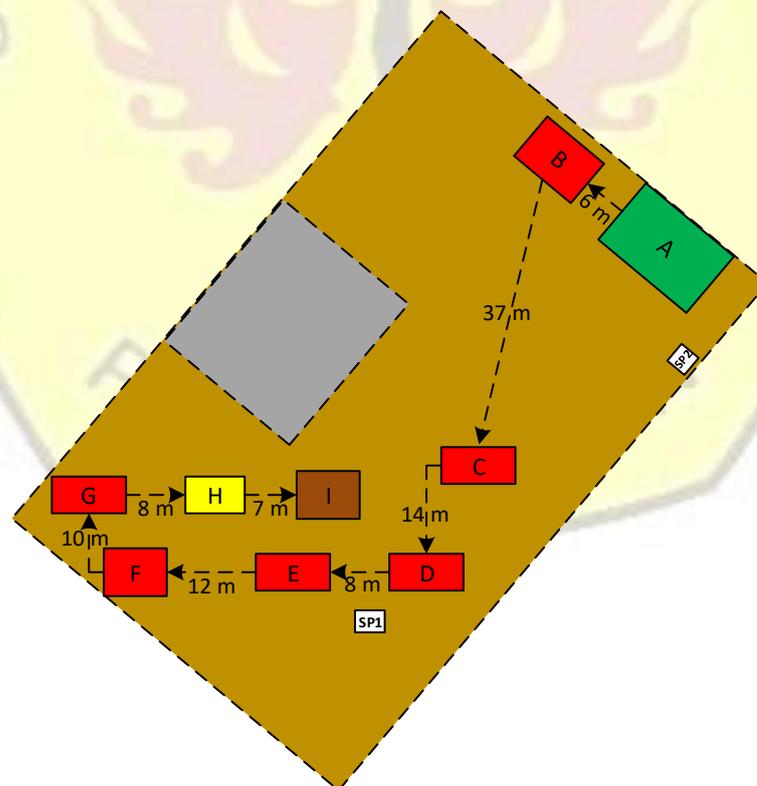
Perusahaan X mempunyai 9 departemen/fasilitas produksi yang digunakan untuk proses pengolahannya. Dalam proses pengolahan tembaga, bahan baku tembaga yang telah diambil dari tempat galian dan disimpan digudang bahan baku selanjutnya akan dihancurkan menjadi bagian-bagian kecil agar dapat lebih mudah diolah pada proses penggilingan. Disini proses penggilingan bertujuan untuk memperhalus bahan baku tembaga agar dapat lebih mudah diurai pada proses perendaman. Lalu pada proses perendaman inilah terjadi pemisahan mineral-mineral tembaga dengan pengikat kotorannya. Kemudian mineral-mineral tembaga yang telah terpisah dari pengikat kotorannya akan dilebur dan dicetak untuk menjadi produk tembaga setengah jadi, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dan disimpan digudang produk jadi. Dan untuk setiap departemen/fasilitas produksi memiliki luasnya masing-masing pada proses pengolahan tembaga, luas departemen/fasilitas produksi ini didapatkan berdasarkan data yang ada pada perusahaan X, yang dilakukan dengan pengukuran manual dari setiap luas masing-masing departemen/fasilitas produksinya. Adapun untuk lebih jelasnya departemen/fasilitas produksi yang ada pada perusahaan X dapat dilihat pada Tabel IV.1:

Tabel IV. 1 Data Jumlah dan Luas Departemen/Fasilitas Produksi Perusahaan X

No	Kode	Nama Departemen	Luas (m ²)
1	A	Tempat galian bahan baku	155
2	B	Tempat penyimpanan dan pembungkusan galian bahan baku	70
3	C	Gudang bahan baku	50
4	D	Departemen penghancuran	50
5	E	Departemen penggilingan	50
6	F	Departemen perendaman	55
7	G	Departemen peleburan dan pencetakan	50
8	H	Departemen pemeriksaan	40
9	I	Gudang produk jadi	55
Total			575

(Sumber: Data Perusahaan X)

Berikut ini juga merupakan *layout* penempatan setiap departemen/fasilitas produksi yang digunakan untuk proses pengolahan tembaga yang terdapat pada perusahaan X. Pada *layout* ini dapat dilihat dengan jelas mengenai peletakan setiap departemen/fasilitas produksi yang digunakannya. Adapun *layout* penempatan setaiiap departemen/fasiltas produksinya dapat dilihat pada Gambar IV.1 di bawah ini:



Gambar IV. 1 Layout Pertambangan Perusahaan X

(Sumber: Data Perusahaan X)

IV.1.2 Data Aliran Bahan

Data aliran bahan ini menjelaskan tentang proses aliran bahan yang saling terhubung dari masing-masing setiap departemen/fasilitas produksinya dan kemudian ditentukan dengan frekuensi perpindahan per hari. Frekuensi perpindahan per hari tersebut didapatkan dari sering atau tidak terjadinya aliran perpindahan yang dilakukan. Untuk jumlah frekuensi/hari dari setiap departemennya didapatkan berdasarkan hasil wawancara bersama kepala produksi, ia mengatakan untuk satu kali terjadi aliran perpindahan yang dilakukan pada hari itu maka dianggap terjadi satu kali frekuensi pada hari itu dan begitupun juga untuk seterusnya. Adapun untuk lebih jelasnya, data aliran bahan dan frekuensi/hari yang terdapat pada Perusahaan X dapat dilihat pada Tabel IV.2:

Tabel IV. 2 Data Aliran Bahan

No	Alur Departemen		Frekuensi/Hari
	Dari	Menuju	
1	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	26
2	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	Gudang bahan baku	14
4	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	8
5	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	4
6	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	2
7	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	2
8	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	2
9	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi	2

(Sumber: Data Perusahaan X)

IV.1.3 Data Jarak Antar Departemen/Fasilitas

Data jarak antar departemen fasilitas ini menjelaskan tentang jarak tempuh antara departemen/fasilitas produksi satu dengan yang lainnya. Dalam penentuan jarak tersebut, perusahaan menggunakan pengukuran secara manual untuk menentukan jarak tempuh yang harus dilalui oleh setiap departemen/fasilitas produksi pada saat proses pengaliran bahan dilakukan. Terdapat 9 departemen/fasilitas produksi yang saling terhubung dan mempunyai jarak tempuh antar departemen/fasilitas masing-masing. Adapun untuk lebih jelasnya data jarak antar departemen/fasilitas produksi yang terdapat pada Perusahaan X dapat dilihat pada Tabel IV.3:

Tabel IV. 3 Data awal jarak antar departemen/fasilitas

No	Alur Departemen		Jarak (Meter)
	Dari	Menuju	
1	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	6
2	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	Gudang bahan baku	37
4	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	14
5	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	8
6	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	12
7	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	10
8	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	8
9	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi	7

(Sumber: Data Perusahaan X)

IV.1.4 Data Material Handling

Data *material handling* ini menjelaskan mengenai *material handling* yang digunakan untuk memindahkan *material* sesuai proses aliran bahannya yang ada di pertambangan, sehingga perpindahan yang nanti dilakukan akan lebih mudah. Jumlah pekerja untuk melakukan perpindahan *material* yaitu 11 orang. Dan terdapat 3 *material handling* yang digunakan untuk memproses perpindahan *material* pada perusahaan X. Adapun *material handling* yang digunakan pada Perusahaan X dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel IV. 4 *Material Handling*

No	<i>Material Handling</i>	Gambar
1	Manusia	
2	Gerobak Dorong	
3	Motor	

Sumber: Model *Material Handling* yang digunakan pada Perusahaan X

IV.1.5 Data Waktu Perpindahan *Material Handling*

Perpindahan *material handling* membutuhkan dan memerlukan waktu dalam proses perpindahannya. Penentuan waktu perpindahan dihitung menggunakan *stopwatch* dari setiap test yang dilakukan dengan satuan detik/meter, kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan waktu perpindahan pada setiap *material handling* yang digunakannya. Rata-rata adalah nilai khas yang mewakili sifat tengah atau posisi pusat dari kumpulan nilai data yang mempunyai ukuran didalamnya (Sugiyono, 2010). Perhitungan rata-rata waktu perpindahan, dilakukan dalam 3 test dan selanjutnya akan di klasifikasikan kedalam kondisi yang berbeda sesuai dengan hasil urutan waktu tempuh terlama sampai dengan paling sebentar. Pada test ke 1 dengan indikatornya yaitu pergerakan detik/meter memiliki waktu tempuh 5.6 detik/m untuk manusia, 4.8 detik/m untuk gerobak dorong, dan 1,7 detik/m untuk motor. Selanjutnya untuk test ke 2 dengan indikatornya yaitu pergerakan detik/meter memiliki waktu tempuh 4.2 detik/m untuk manusia, 3.5 detik/m untuk gerobak dorong, dan 1.1 detik/m untuk motor. Dan terakhir untuk test ke 3 dengan indikatornya yaitu pergerakan detik/meter memiliki waktu tempuh 2.5 detik/m untuk manusia, 3.4 detik/m untuk gerobak dorong, dan 0.6 detik/m untuk motor. Jadi hasilnya test ke 1 miliki waktu tempuh terlama di bandingkan dengan test ke 2 dan test ke 3. Untuk test ke 2 memiliki waktu tempuh lebih sebentar dibandingkan dengan test ke 3 namun masih memiliki waktu tempuh lebih lama di bandingkan dengan test ke 1. Sedangkan untuk test ke 1 memiliki waktu tempuh lebih sebentar dibandingkan dengan test ke 2 dan ke 3. Dengan demikian klasifikasi urutan waktu tempuh terlama sampai dengan paling sebentar berdasarkan kondisinya yaitu test ke 1 dengan kondisi lambat, test ke 2 dengan kondisi biasa, dan test ke 3 dengan kondisi cepat. Dan selanjutnya dirata-ratakan untuk mendapatkan waktu perpindahan dari setiap *material handling*nya. Adapun untuk lebih jelasnya data waktu perpindahan *material handling* dapat dilihat pada Tabel IV.5:

Tabel IV. 5 Data Waktu Perpindahan *Material Handling*

No	<i>Material Handling</i>	Kondisi Pergerakan Detik/Meter			
		T(1) = Lambat	T(2) = Biasa	T(3) = Cepat	Rata-rata
1	Manusia	5.6	4.2	2.5	4.1
2	Gerobak Dorong	4.8	3.5	1.8	3.4
3	Motor	1.7	1.1	0.6	1.2

Keterangan:

T (1,2 dan 3): Test ke (1,2, dan 3)

(Sumber: Data Perusahaan X)

IV.1.6 Data Biaya Perpindahan *Material*

Biaya perpindahan *material* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perpindahan material dari departemen/fasilitas satu ke departemen/fasilitas lainnya. Biaya perpindahan material pada perusahaan X yaitu biaya pengangkutan per meter gerakan yang dilakukan oleh setiap *material handling*-nya. Penentuan biaya perpindahan *material* ditentukan berdasarkan data biaya lain-lain yang didapatkan dari perusahaan (seperti alat-alat *material handling* yang dibeli oleh perusahaan untuk menunjang proses perpindahan material dengan umur pakai dan tahun pembeliannya, serta harga BBM, upah operator, waktu kerja dalam satuan detik, dan hari kerja dengan satuan hari/tahun), kemudian data-data tersebut dihitung menggunakan rumus biaya perpindahan *material* yang telah dijelaskan pada landasan teori ongkos *material handling* di Bab II. Adapun untuk lebih jelasnya biaya perpindahan *material* pada Perusahaan X dapat dilihat pada Tabel IV.7:

Tabel IV. 6 Data Biaya Lain-lain

Data Biaya Lain-lain					
No	Nama Alat	Umur Pakai (Tahun)	Tahun Pembelian	Satuan	Harga (Rp)
1	Gerobak dorong	5	2012	Unit	430,000
2	Motor	10	2012	Unit	11,000,000
No	Nama	Satuan	Biaya (Rp)		
1	Upah operator	Hari	200,000		
2	BBM	Liter	6,500		
1	Waktu kerja	8 jam	480 menit	28,800 detik	
2	Hari kerja	26 hari	312 hari/tahun		

(Sumber: Data Perusahaan X)

Tabel IV. 7 Data Biaya Perpindahan *Material*

No	<i>Material Handling</i>	Ongkos/Meter
1	Gerobak Dorong	Rp961
2	Motor	Rp12,039
3	Manusia	Rp28

(Sumber: Data Perusahaan X)

Contoh perhitungan biaya perpindahan *material*:

1. Biaya upah operator

$$\text{Biaya upah operator} = \frac{\text{Upah operator}}{\text{Waktu kerja}} = \frac{\text{Rp } 200,000}{28800} = \text{Rp } 6.944$$

$$\begin{aligned} \text{OMH Manusia} &= \text{Biaya upah operator} \times \text{Detik per meter} \\ &= \text{Rp } 6.944 \times 4.1 \text{ detik/meter} \\ &= \text{Rp } 28/\text{meter} \end{aligned}$$

2. Harga *hand fallet* (Gerobak Dorong)

$$\begin{aligned} \text{Harga hand fallet} &= \frac{\text{Harga alat angkut}}{\text{Umur pakai} \times 1 \text{ Tahun hari kerja}} \\ &= \frac{\text{Rp } 430,000}{5 \times 312} \\ &= \text{Rp } 276 \end{aligned}$$

OMH Hand fallet

$$\begin{aligned} &= (\text{Biaya upah operator} + \text{Harga hand fallet}) \times \text{Detik per meter} \\ &= (\text{Rp } 6.944 + \text{Rp } 276) \times 3.4 \text{ detik/meter} = \text{Rp } 961/\text{meter} \end{aligned}$$

3. Harga Motor

$$\begin{aligned} \text{Harga Motor} &= \frac{\text{Harga alat angkut}}{\text{Umur pakai} \times 1 \text{ Tahun hari kerja}} = \frac{\text{Rp } 11,000,000}{10 \times 312} \\ &= \text{Rp } 3,526 \end{aligned}$$

OMH Motor = (Biaya upah operator + Harga motor + Harga BBM) x Detik per meter

$$\begin{aligned} &= (\text{Rp } 6.944 + \text{Rp } 3,526 + \text{Rp } 6,500) \times 1.2 \text{ detik/meter} \\ &= \text{Rp } 12,039/\text{meter} \end{aligned}$$

IV.2 Pengolahan Data

Berdasarkan dari data-data yang telah dikumpulkan pada bab IV.1, maka langkah-langkah pengolahan data yang perlu ditempuh yaitu membuat ongkos *material handling* awal, pengolahan data menggunakan Metode Konvensional (Membuat *From To Chart*, membuat Tabel Skala Prioritas, membuat *Activity Relationship Diagram*, membuat *Activity Relationship Chart*, membuat *Area Allocation Diagram*, dan membuat ongkos *material handling* usulan/revisi), perbandingan ongkos *material handling* tata letak awal dengan ongkos *material handling* tata letak usulan/revisi, memilih ongkos *material handling* tata letak terpilih, dan pengolahan data menggunakan Metode Algoritma CRAFT dengan software WinQSB.

IV.2.1 Membuat Ongkos *Material Handling* Awal

Pembuatan ongkos *material handling* awal dilakukan untuk menentukan ongkos *material handling*/hari, dengan memperhitungkan data jarak setiap departemen, data aliran bahan, data *material handling*, data frekuensi perpindahan *material* dari departemen satu ke departemen lainnya, dan data ongkos perpindahan *material*/meter. Berikut ini adalah perhitungan ongkos *material handling* awal yang telah dituliskan pada Tabel IV.8:

Tabel IV. 8 Ongkos *Material Handling* Awal

No	Alur Departemen		Jarak (Meter)	Frekuensi/ Hari	Material Handling	Ongkos/Meter (Rp)	Ongkos/Hari (Rp)
	Dari	Menuju					
1	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	6	26	Gerobak Dorong	961	149,883
2	Tempat penyaringan dan pembungkusan	Gudang bahan baku	37	14	Motor	12,039	6,236,255
4	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	14	8	Gerobak Dorong	961	107,609
5	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	8	4	Gerobak Dorong	961	30,745
6	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	12	2	Gerobak Dorong	961	23,059
7	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	10	2	Manusia	28	569
8	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	8	2	Manusia	28	456
9	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi	7	2	Manusia	28	399
Total			102	60		15,968	6,548,975

Contoh perhitungan ongkos *material handling* awal:

Total OMH = (Ongkos per meter gerakan) x (Jarak tempuh pengangkutan) x (Frekuensi)

1. Total OMH = Rp 961 x 6 x 26
= Rp 149,883
2. Total OMH = Rp 12,039 x 37 x 14
= Rp 6,236,255
3. Total OMH = Rp 961 x 14 x 8
= Rp 107,609

Dari hasil perhitungan OMH awal yang dilakukan total ongkos yang di keluarkan per harinya yaitu sebesar Rp 6,548,975 dan total jarak antar departemennya yaitu 102 meter.

IV.2.2 Pengolahan Data Menggunakan Metode Konvensional

IV.2.2.1 Membuat From To Chart (FTC)

Pembuatan *From To Chart* (FTC) dilakukan untuk menentukan keterkaitan pola aliran bahan dari departemen satu ke departemen lainnya dengan memperhitungkan ongkos *material handling* awal yang telah ditentukan sebelumnya, seperti yang dapat dilihat pada Tabel IV.9. *From To Chart* (FTC) dibagi menjadi 2 bagian yaitu *From to chart inflow* dan *From to chart outflow*. *From to chart inflow* merupakan koefisien atas ongkos pada *from to chart* dilihat dari ongkos yang masuk ke suatu mesin, berikut hasil dari perhitungannya dapat dilihat pada Tabel IV.10. Sedangkan *From to chart outflow* merupakan koefisien atas ongkos pada *from to chart* dilihat dari ongkos yang keluar dari suatu mesin, dan berikut hasil dari perhitungannya dapat dilihat pada Tabel IV.11:

Tabel IV. 9 From To Chart (FTC)

Flow To Chart (FTC)										
Dari/Ke	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi	Total
Tempat galian bahan baku		Rp149,883								Rp149,883
Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku			Rp6,236,255							Rp6,236,255
Gudang bahan baku				Rp107,609						Rp107,609
Departemen penghancuran					Rp30,745					Rp30,745
Departemen penggilingan						Rp23,059				Rp23,059
Departemen perendaman							Rp569			Rp569
Departemen peleburan dan pencetakan								Rp456		Rp456
Departemen pemeriksaan									Rp399	Rp399
Gudang produk jadi										Rp0
Total		Rp149,883	Rp6,236,255	Rp107,609	Rp30,745	Rp23,059	Rp569	Rp456	Rp399	Rp6,548,975

Tabel IV. 10 From to chart inflow

Inflow									
Dari/Ke	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi
Tempat galian bahan baku	1								
Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku		1							
Gudang bahan baku			1						
Departemen penghancuran				1					
Departemen penggilingan					1				
Departemen perendaman						1			
Departemen peleburan dan pencetakan							1		
Departemen pemeriksaan								1	
Gudang produk jadi									1

Contoh perhitungan *From to chart inflow*:

1. $FTC\ inflow_1 = \frac{Rp. 149,883}{Rp. 149,883} = 1$
2. $FTC\ inflow_2 = \frac{Rp. 6,236,255}{Rp. 6,236,255} = 1$
3. $FTC\ inflow_3 = \frac{Rp. 107,609}{Rp. 107,609} = 1$

Tabel IV. 11 *From to chart outflow*

Outflow									
Dari/Ke	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi
Tempat galian bahan baku		0.024							
Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku			57.953						
Gudang bahan baku				3.5					
Departemen penghancuran					1.333				
Departemen penggilingan						40.494			
Departemen perendaman							1.25		
Departemen peleburan dan pencetakan								1.143	
Departemen pemeriksaan									
Gudang produk jadi									

Contoh perhitungan *From to chart outflow*:

1. $FTC\ outflow_1 = \frac{Rp. 149,883}{Rp. 6,236,255} = 0.024$
2. $FTC\ outflow_2 = \frac{Rp. 6,236,255}{Rp. 107,609} = 57.953$
3. $FTC\ outflow_3 = \frac{Rp. 107,609}{Rp. 30,745} = 3.5$

Dari perhitungan *From To Chart*, *FTC-inflow* dan *FTC-outflow* yang telah dilakukan, hasil yang didapatkan akan menjadi *input* dalam pembuatan Tabel Skala Prioritas (TSP).

IV.2.2.2 Membuat Tabel Skala Prioritas (TSP)

Pembuatan Tabel Skala Prioritas (TSP) dilakukan untuk menentukan urutan prioritas antara departemen atau mesin dalam suatu lintas atau *layout* produksi. Referensi tabel skala prioritas didapat dari perhitungan *Outflow-Inflow* pada *From To Chart (FTC)*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefisien ongkosnya. Bila pembuatan TSP berdasarkan *inflow* maka prioritas disusun dari ongkos yang terkecil hingga terbesar, sedangkan bila pembuatan TSP berdasarkan *outflow* maka penyusunan prioritas berdasarkan ongkos terbesar hingga terkecil. Berikut ini merupakan hasil dari pembuatan TSP *inflow* dapat dilihat pada Tabel IV.11. Sedangkan hasil pembuatan TSP berdasarkan *outflow* dapat dilihat pada Tabel IV.12:

Tabel IV. 12 TSP Berdasarkan *Inflow*

Tabel Skala Prioritas (TSP) <i>Inflow</i>				
Departemen	Kode	Prioritas		
		1	2	3
Tempat galian bahan baku	A	B		
Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	B	C		
Gudang bahan baku	C	D		
Departemen penghancuran	D	E		
Departemen penggilingan	E	F		
Departemen perendaman	F	G		
Departemen peleburan dan pencetakan	G	H		
Departemen pemeriksaan	H	I		
Gudang produk jadi	I			

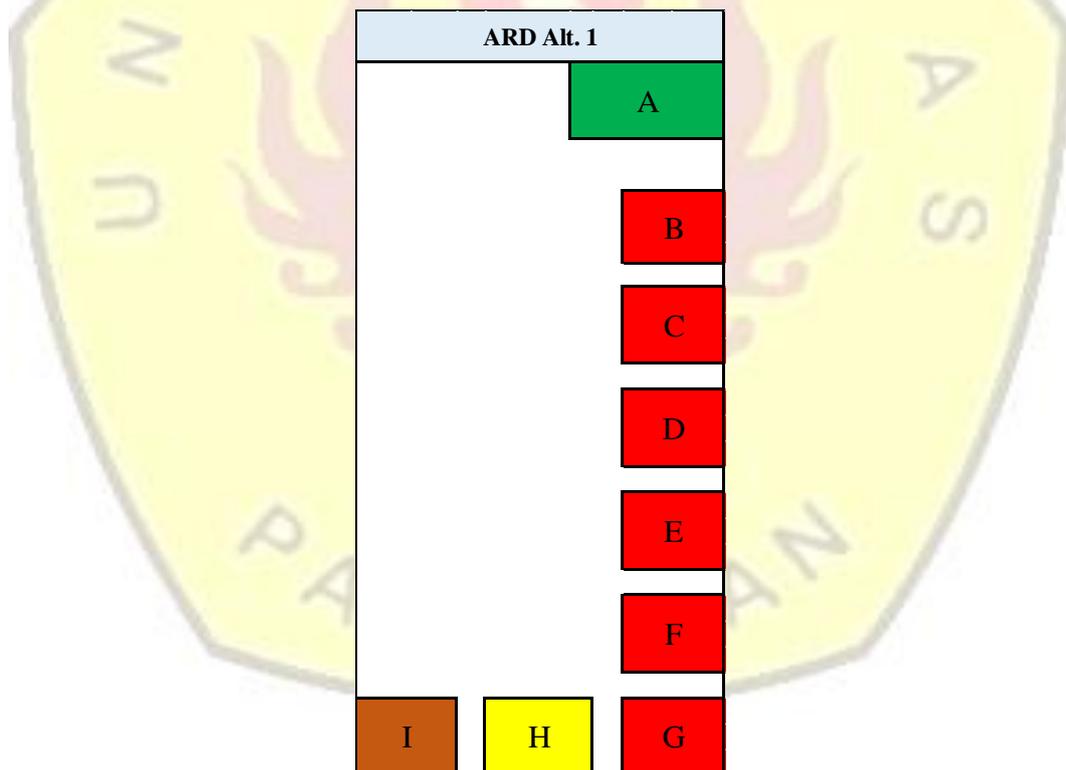
Tabel IV. 13 TSP Berdasarkan *Outflow*

Tabel Skala Prioritas (TSP) <i>Outflow</i>				
Departemen	Kode	Prioritas		
		1	2	3
Tempat galian bahan baku	A	B		
Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	B	C		
Gudang bahan baku	C	D		
Departemen penghancuran	D	E		
Departemen penggilingan	E	F		
Departemen perendaman	F	G		
Departemen peleburan dan pencetakan	G	H		
Departemen pemeriksaan	H	I		
Gudang produk jadi	I			

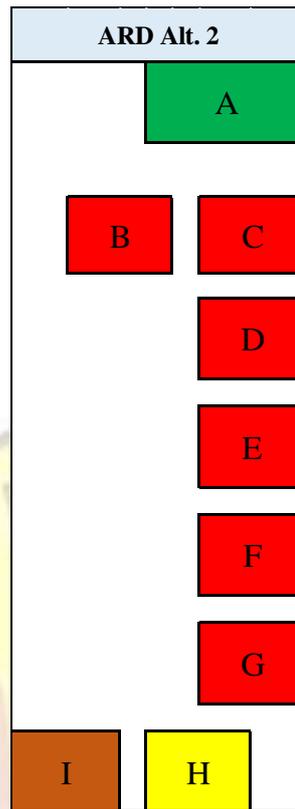
Dari pembuatan Tabel Skala Prioritas (TSP), dihasilkan skala prioritas urutan berdasarkan *inflow* dan *outflow*. Hasil ini yang nanti akan menjadi *inputan* dalam pembuatan *Activity Relationship Diagram (ARD)* dari setiap alternatifnya.

IV.2.2.3 Membuat *Activity Relationship Diagram (ARD)*

Pembuatan *Activity Relationship Diagram (ARD)* dilakukan untuk menentukan letak lokasi departemen satu dengan yang lainnya dan menggambarkan hubungan aktivitas (departemen/mesin) berdasarkan tingkat prioritas kedekatan *inflow* dan *outflow* yang sebelumnya telah diolah pada pembahasan pembuatan tabel skala prioritas. Sehingga terdapat 2 alternatif *Activity Relationship Diagram (ARD)* yang akan dibuat. Yaitu alternatif ARD 1 ditentukan berdasarkan tingkat prioritas kedekatan *inflow*, yang dapat dilihat pada Gambar IV.2, dan alternatif ARD 2 ditentukan berdasarkan tingkat prioritas kedekatan *outflow*, yang dapat dilihat pada Gambar IV.3:



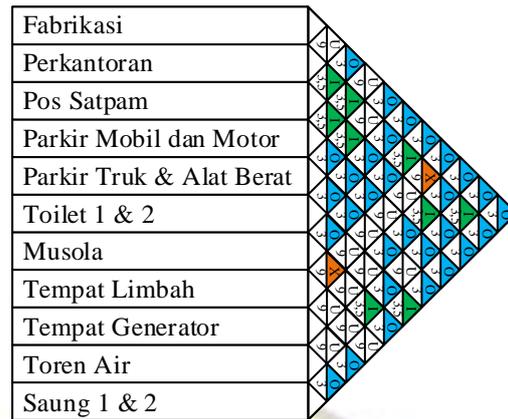
Gambar IV. 2 Alternatif *Activity Relationship Diagram (ARD)* 1



Gambar IV. 3 Alternatif *Activity Relationship Diagram* (ARD) 2

IV.2.2.4 Membuat *Activity Relationship Chart* (ARC)

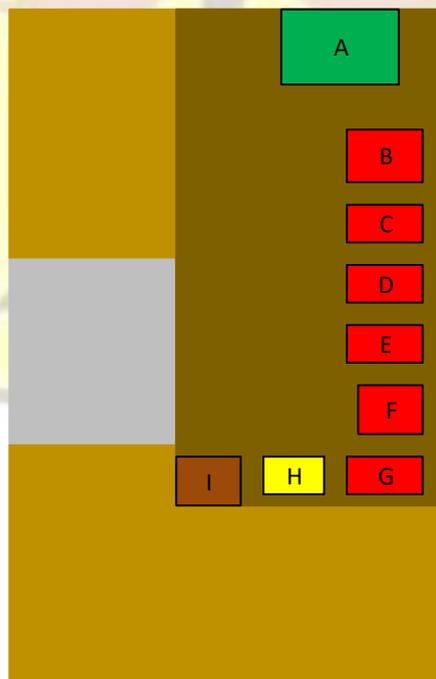
Pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) dilakukan untuk menunjukkan hubungan keterkaitan antar kegiatan beserta alasannya, sebagai masukan untuk menentukan penyusunan daerah selanjutnya, dan lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan (Wignjosoebroto, 2009). ARC ini merupakan sistem penilaian kualitatif dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subjektif. Pembuatan ARC ditentukan menggunakan kode huruf dan kode angka yang menunjukkan derajat hubungan aktivitas, sehingga dalam penentuannya melibatkan pihak perusahaan, agar hasil derajat hubungan aktivitasnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Adapun hasil *Activity Relationship Chart* (ARC) dapat dilihat pada Gambar IV.4:



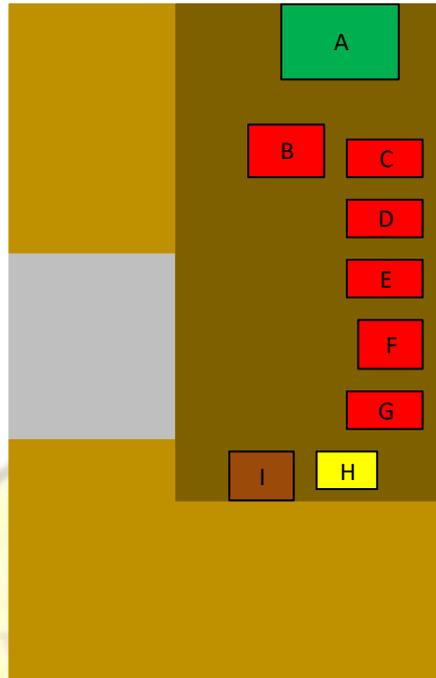
Gambar IV. 4 *Activity Relationship Chart (ARC)* Perusahaan X

IV.2.2.5 Membuat *Area Allocation Diagram (AAD)*

Pembuatan *Area Allocation Diagram (AAD)* ditentukan dari hasil penganalisaan *Activity Allocation Diagram (ARD)* dan *Activity Allocation Chart (ARC)*, yang dapat meinformasikan pemanfaatan area yang digunakan berdasarkan hasil dari *ARD* dan *ARC* yang telah dibuat sebelumnya. Terdapat 2 alternatif *AAD* yang dibuat, hal tersebut berdasarkan dari tingkat prioritas kedekatan *inflow* dan *outflow* yang ada di *ARD*. Adapun *Area Allocation Diagram (AAD)* Alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar IV.5 dan *Area Allocation Diagram (AAD)* Alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar IV.6:



Gambar IV. 5 *Area Allocation Diagram (AAD)* Alternatif 1



Gambar IV. 6 *Area Allocation Diagram (AAD) Alternatif 2*

Dalam penentuan *Area Allocation Diagram (AAD)* setiap alternatifnya, terdapat jarak yang memisahkan antar bangunan/departemen/fasilitas satu dengan yang lainnya. Mengingat tata letak layout pertambangan ini merupakan bangunan terpisah untuk setiap departemen/fasilitas produksinya dan juga bangunan tersebut berada diluar ruangan, maka ada ketentuan yang berlaku berdasarkan peraturan menteri agraria dan tata ruang/kepala badan pertanahan nasional republik Indonesia tentang pedoman penyusunan rencana detail tata ruang. Dijelaskan bahwa apabila tinggi bangunan 0 s.d. 8 meter maka jarak antara bangunan satu dengan yang lainnya sejauh 3 meter. Kemudian apabila tinggi bangunan 8 s.d. 14 meter maka jarak antara bangunan satu dengan yang lainnya sejauh 3-6 meter. Lalu jika tinggi bangunan 14 s.d. 40 meter maka jarak antara bangunan satu dengan yang lainnya sejauh 6-8 meter. Dan jika tinggi bangunan >40 meter maka jarak antara bangunan satu dengan yang lainnya sejauh >8 meter. Sedangkan untuk departemen/fasilitas A memiliki tinggi bangunan 12 meter sehingga jarak antara bangunannya sejauh 6 meter. Untuk departemen/fasilitas B memiliki tinggi bangunan 6 meter sehingga jarak antara bangunannya sejauh 3 meter. Begitupula untuk departemen/fasilitas C dan I yang memiliki tinggi bangunan 8 meter dan D, E, F, G, H yang sama memiliki

tinggi bangunan 6 meter, maka jarak antara bangunan satu dengan yang lainnya yaitu sejauh 3 meter.

Dari hasil pembuatan *Area Allocation Diagram* (AAD), dapat dilihat pada AAD alternatif 1 mempunyai pola aliran yang membentuk huruf L. Sedangkan pada AAD alternatif 2 mempunyai pola aliran zig zag. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan bentuk pola aliran dari AAD yang dibuat namun masih tetap menggunakan tipe *layout by product* dan aliran proses *continuous production*. Adapun alternatif mana yang mempunyai ongkos dan jarak perpindahan paling minum, itu akan dihitung pada pembuatan ongkos *material handling* usulan/revisi.

IV.2.2.6 Membuat Ongkos *Material Handling* Usulan/Revisi

Pembuatan ongkos *material handling* usulan/revisi dilakukan untuk menentukan jarak dan ongkos *material handling*/hari usulan/revisi. Dalam penentuan jarak OMH usulan/revisi berbeda dengan penentuan jarak pada OMH awal. Pada OMH awal penentuan jarak didapat dari data yang diberikan perusahaan, sedangkan pada OMH usulan/revisi penentuan jarak didapatkan dari pengukuran jarak *rectilinear*. Pengukuran jarak *rectilinear* merupakan jarak yang diukur tegak lurus dari pusat departemen satu dengan pusat departemen lainnya. Sehingga nanti hasilnya akan mendapatkan ukuran jarak yang baru. Pada pengukuran jarak *rectilinear* dibutuhkan data titik koordinat (X,Y) agar dapat menentukan ukuran jarak yang baru, titik koordinat tersebut didapatkan dari AAD masing-masing alternatifnya. Adapun titik koordinat AAD alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel IV.14 dan titik koordinat AAD alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel IV.15:

Tabel IV. 14 Koordinat (X,Y) AAD Alternatif 1

Alternatif 1			
Kode	Departemen	Sumbu	
		X	Y
A	Tempat galian bahan baku	43.6	85
B	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	49.5	70.5
C	Gudang bahan baku	49.5	61.5
D	Departemen penghancuran	49.5	53.5
E	Departemen penggilingan	49.5	45.5
F	Departemen perendaman	50.25	36.75
G	Departemen peleburan dan pencetakan	49.5	28
H	Departemen pemeriksaan	37.5	28
I	Gudang produk jadi	26.25	27.25
D1	Dummy 1	11	44.5

Tabel IV. 15 Koordinat (X,Y) AAD Alternatif 2

Alternatif 2			
Kode	Departemen	Sumbu	
		X	Y
A	Tempat galian bahan baku	43.6	85
B	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	36.5	70.5
C	Gudang bahan baku	49.5	69.5
D	Departemen penghancuran	49.5	61.5
E	Departemen penggilingan	49.5	53.5
F	Departemen perendaman	50.25	44.75
G	Departemen peleburan dan pencetakan	49.5	36
H	Departemen pemeriksaan	44.5	28
I	Gudang produk jadi	33.25	27.25
D1	Dummy 1	11	44.5

Dalam penentuan OMH usulan/revisi terdapat 2 alternatif yang akan diperhitungkan total ongkos dan total jaraknya. Hal tersebut dilakukan agar terlihat perbedaan OMH usulan/revisi alternatif mana yang memiliki total jarak dan total ongkos terkecil. Sehingga dari kedua alternatif tersebut dapat ditentukan OMH usulan/revisi manakah yang akan terpilih. Adapun penjelasan ongkos *material handling* usulan/revisi dapat dilihat pada Tabel IV.16:

Tabel IV. 16 Ongkos *Material Handling* Usulan/Revisi

No	Alur Departemen		Frekuensi/Hari	Material Handling	Ongkos/Meter (Rp)	Alternatif 1		Alternatif 2	
	Dari	Menuju				Jarak (m)	Ongkos/Hari (Rp)	Jarak (m)	Ongkos/Hari (Rp)
1	Tempat galian bahan baku	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	26	Gerobak Dorong	961	20.4	509,603	21.6	539,580
2	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	Gudang bahan baku	14	Motor	12,039	9.0	1,516,927	14.0	2,359,664
3	Gudang bahan baku	Departemen penghancuran	8	Gerobak Dorong	961	8.0	61,491	8.0	61,491
4	Departemen penghancuran	Departemen penggilingan	4	Gerobak Dorong	961	8.0	30,745	8.0	30,745
5	Departemen penggilingan	Departemen perendaman	2	Gerobak Dorong	961	9.5	18,255	9.5	18,255
6	Departemen perendaman	Departemen peleburan dan pencetakan	2	Manusia	28	9.5	541	9.5	541
7	Departemen peleburan dan pencetakan	Departemen pemeriksaan	2	Manusia	28	12.0	683	13.0	740
8	Departemen pemeriksaan	Gudang produk jadi	2	Manusia	28	12.0	683	12.0	683
Total						88.4	2,138,928	95.6	3,011,700

Contoh Perhitungan:

- a. Perhitungan Jarak menggunakan *Rectilinear*

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

- $d_{AB} = |x_A - x_B| + |y_A - y_B|$
 $= |43.6 - 49.5| + |85 - 70.5| = 20.4 \text{ Meter}$
- $d_{BC} = |x_B - x_C| + |y_B - y_C|$
 $= |49.5 - 49.5| + |70.5 - 61.5| = 9 \text{ Meter}$
- $d_{CD} = |x_C - x_D| + |y_C - y_D|$
 $= |49.5 - 49.5| + |61.5 - 53.5| = 8 \text{ Meter}$

- b. Perhitungan Ongkos *Material Handling* Tata Letak Usulan/Revisi

Total OMH = (Ongkos per meter gerakan) x (Jarak tempuh pengangkutan)
 x (Frekuensi)

1. Total OMH = Rp. 961 x 20.4 x 26 = Rp. 509,603
2. Total OMH = Rp. 12,039 x 9 x 14 = Rp. 1,516,927
3. Total OMH = Rp. 961 x 8 x 8 = Rp. 61,491

Dari hasil perhitungan OMH usulan/revisi yang dilakukan total ongkos pada alternatif 1 yang di keluarkan per harinya yaitu sebesar Rp 2,138,929 dan total jarak antar departemennya yaitu 88.4 meter. Sedangkan total ongkos pada alternatif 2 yang di keluarkan per harinya yaitu sebesar Rp 3,011,700 dan total jarak antar departemennya yaitu 95.6 meter.

IV.2.3 Perbandingan Ongkos *Material handling* Tata Letak Awal dengan Ongkos *Material Handling* Tata Letak Usulan/Revisi

Perbandingan ongkos *material handling* tata letak awal dan tata letak usulan/revisi dilakukan untuk menentukan ongkos *material handling* tata letak manakah yang memiliki total jarak (meter) dan total ongkos perpindahan material yang paling rendah, adapun perbandingan ongkos *material handling* tata letak awal dan tata letak usulan/revisi dapat dilihat pada Tabel IV.17:

Tabel IV. 17 Perbandingan Ongkos *Material Handling* Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan/Revisi

No	Keterangan	Total Jarak (Meter)	Total Ongkos/Hari
1	OMH Tata Letak Awal	102	Rp 6,548,975
2	OMH Tata Letak Usulan/Revisi Alt. 1	88.4	Rp 2,138,929
3	OMH Tata Letak Usulan/Revisi Alt. 2	95.6	Rp 3,011,700

Dari hasil perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa OMH tata letak awal memiliki total jarak sebesar 102 meter dan total ongkos/hariya Rp. 6,548,975. Lalu untuk OMH tata letak usulan/revisi pada alternatif 1 memiliki total jarak sebesar 88.4 meter dan total ongkos/harinya Rp 2,138,929. Sedangkan untuk OMH tata letak usulan/revisi pada alternatif 2 memiliki total jarak sebesar 95.6 meter dan total ongkos/harinya Rp 3,011,700. Hal ini terjadi dikarenakan adanya perubahan tata letak *layout* setiap alternatif dari tata letak *layout* awalnya. Sehingga berpengaruh terhadap jarak tempuh perpindahan dan susunan tata letak dari setiap departemennya. Dan dengan perubahan tersebut itulah terjadi penurunan pada total jarak dan total ongkos perpindahan *material* dari setiap alternatif tata letak layout usulan/revisi dan tata letak *layout* awalnya.

Maka dari hasil perbandingan tersebut dapat ditentukan bahwa ongkos *material handling* tata letak usulan/revisi pada alternatif 1 yang memiliki total jarak dan total ongkos perpindahan material terendah, dengan total jarak sebesar 88.4 meter dan total ongkos/harinya Rp 2,138,929. Dengan demikian Ongkos *material handling* dan *layout* tata letak usulan/revisi alternatif 1 inilah yang merupakan tata letak layout terpilih pada metode konvensional yang nantinya akan dijadikan *input* dalam pengolahan data pada metode Algoritma CRAFT yang menggunakan bantuan *software* WinQSB agar tata letak layout tersebut dapat lebih mendekati optimum.

IV.2.4 Pengolahan Data Menggunakan Metode Algoritma CRAFT dengan Software WinQSB

Pengolahan data Algoritma CRAFT dilakukan dengan menggunakan software WinQSB. Namun sebelum melakukan itu ada hal-hal yang harus di perhatikan untuk *inputan* dalam menjalankan *software* tersebut. Pada *software* WinQSB memiliki batasan dalam segi penginputan luas tata letaknya. Sehingga luas tata letak layout terpilih yang telah didapatkan pada metode konvensional diatas tidak bisa di *input* dikarenakan *overflow*, seperti pada Gambar IV.7 di bawah ini:



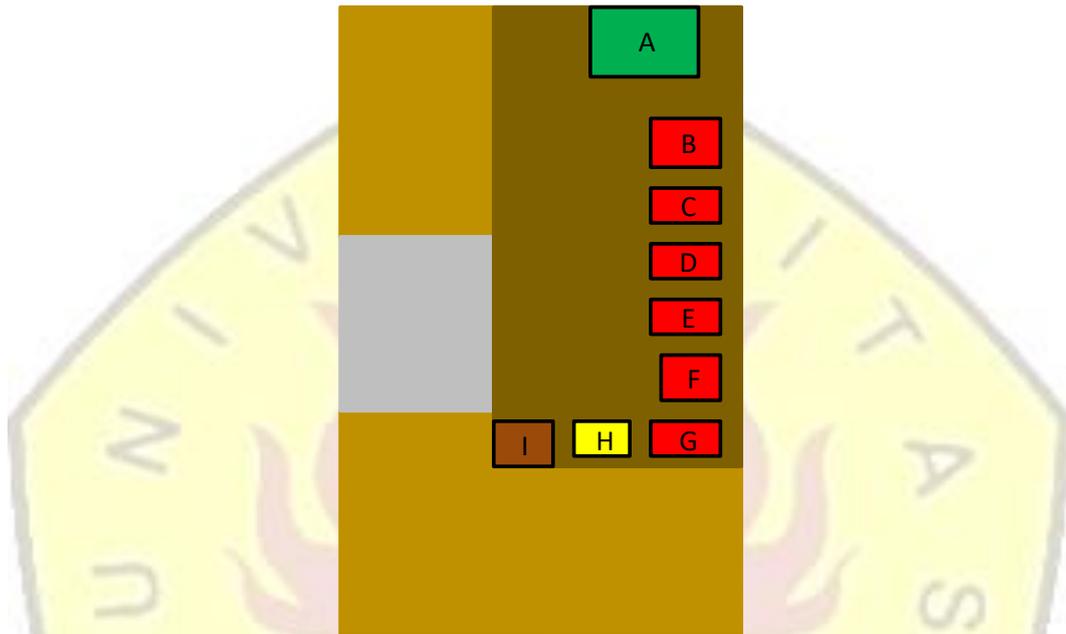
Gambar IV. 7 Input luas tata letak *overflow*

Oleh karena itu dalam penginputan luas tata letak tersebut, luas tata letak *layout* terpilih dibagi 2 agar bisa dapat di *input* pada *software* WinQSB. Maka yang semula luas tata letak *layout* terpilih adalah (90 m x 57.5 m) kini setelah di bagi dua menjadi (45 m x 28.75 m). Dengan begitu untuk luas setiap departemen/fasilitas produksi, dan titik koordinat pada luas tata letak *layout* awal juga dibagi dua, agar dapat mengikuti perubahan luas tata letak *layout* yang telah dibagi dua tersebut. Dan untuk hasil akhir pada pengolahan data Algoritma CRAFT ini akan di konversikan dikalikan 2 agar nanti pada kesimpulan dari pengolahan data tersebut sesuai dengan nyatanya. Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang dilakukan pada pengolahan data Algoritma CRAFT menggunakan *Software* WinQSB.

IV.2.4.1 *Layout Information*

Pada *layout information* ini berisikan tentang informasi gambaran *layout* tata letak terpilih, luas *layout* tata letak terpilih, luas setiap departemen, *location fixed*, dan titik koordinat yang telah dibagi dua.

Berikut adalah gambaran dari *layout* tata letak terpilih yang dapat dilihat pada Gambar IV.8 di bawah ini:



Gambar IV. 8 *Layout* tata letak terpilih

Pada *layout* tata letak terpilih yang telah dibagi dua ini, dalam segi tata letak departemen/fasilitas produksi tetap sama dengan tata letak terpilih awal. Hanya perbedaannya adalah dalam segi ukuran luasnya saja. Untuk ukuran luas *layout* ini yaitu (45 m x 28.75 m) yang nantinya akan digunakan sebagai input pada pengolahan data Algoritma CRAFT.

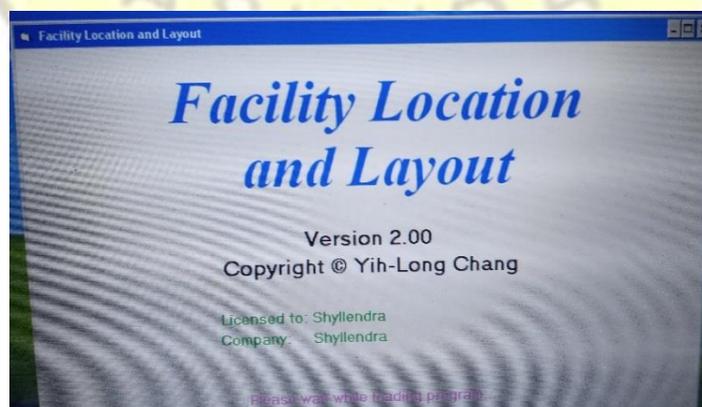
Selanjutnya adalah informasi tentang luas setiap departemen, *location fixed*, dan titik koordinat yang telah dibagi dua untuk digunakan sebagai input pada pengolahan data Algoritma CRAFT dapat dilihat pada Tabel VI.18 di bawah ini:

Tabel IV. 18 Informasi luas setiap departemen, *location fixed*, dan titik koordinat

Informasi Luas Setiap Departemen, <i>Location Fixed</i>, dan Titik Koordinat					
No	Kode	Nama Departemen	Luas Departemen (m^2)	<i>Location Fixed</i>	Titik Koordinat Layout
1	A	Tempat galian bahan baku	38.75	Yes	(1,17.925)- (5,25.675)
2	B	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku	17.5	No	(8,22.25)- (11.5,27.25)
3	C	Gudang bahan baku	12.5	No	(13,22.25)- (15.5,27.25)
4	D	Departemen penghancuran	12.5	No	(17,22.25)- (19.5,27.25)
5	E	Departemen penggilingan	12.5	No	(21,22.25)- (23.5,27.25)
6	F	Departemen perendaman	13.8	No	(25,23)- (28.25,27.25)
7	G	Departemen peleburan dan pencetakan	12.5	No	(29.75,22.25)- (32.25,27.25)
8	H	Departemen pemeriksaan	10	No	(29.75,16.75)- (32.25,20.75)
9	I	Gudang produk jadi	13.8	No	(29.75,11)- (33,15.25)
10	D1	<i>Dummy 1</i>	137.5	Yes	(16.5,1)- (29,11)

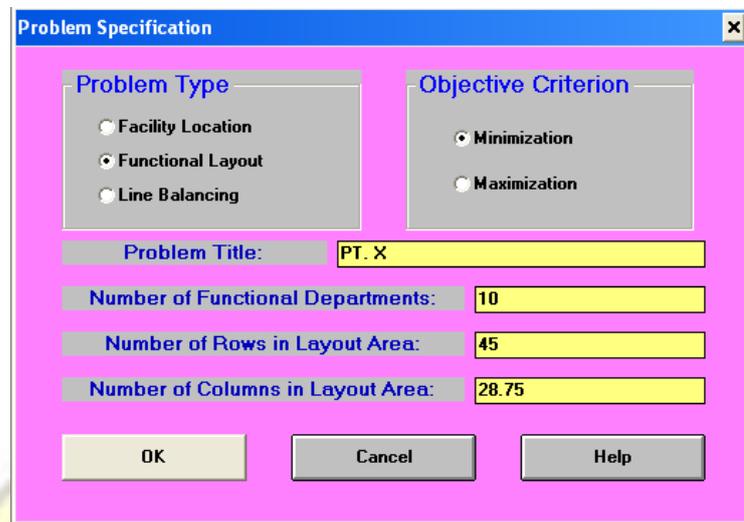
IV.2.4.2 *Problem Spesification*

Dalam penentuan *problem spesification*, hal pertama yang dilakukan adalah menjalankan *software* WinQSB. Lalu pilihan program *Facility Location and Layout*. Adapun tampilan program tersebut dapat dilihat seperti Gambar IV.9 di bawah ini:



Gambar IV. 9 Program *Facility Location and Layout*

Setelah itu pilih *new problem* maka akan muncul *problem specification* seperti pada Gambar IV.10 di bawah ini:



Gambar IV. 10 *Problem Spesification*

Pada penentuan *problem specification*, *problem type* yang dipilih adalah *functional layout* dikarenakan *problem type* tersebut dapat merelayout suatu departemen/ fasilitas produksi. Kemudian pilih *objective criterion minimization*, hal ini bertujuan untuk menentukan urutan iterasi layout dari yang memiliki ongkos maksimum hingga pada ongkos yang paling minimum. Untuk problem title diisi dengan nama perusahaan yaitu PT. X, *number of functional departemens* yaitu 10 departemen, *number of rows in layout area* yaitu 45 meter, *number og columns in layout area* yaitu 28.75 meter.

IV.2.4.3 *Functional Layout Information*

Dalam penentuan *functional layout information*, ini berisikan tentang kode departemen, *location fixed* setiap departemen, frekuensi setiap departemen, dan titik koordinat dari masing-masing departemen. Hal tersebut bertujuan untuk menentukan total *cost* dan tata letak departemen pada setiap iterasi *layout* yang akan dibuat. Adapun untuk lebih jelasnya mengenai penentuan *functional layout information* dapat dilihat pada Gamabar IV.11 di bawah ini:

Functional Layout Information for PT. X													
10: To Dep. 10 Flow/Unit Cost													
Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5)]
1	A	Yes		26									(1,17,325)-(5,25,675)
2	B	No			14								(8,22,25)-(11,5,27,25)
3	C	No				8							(13,22,25)-(15,5,27,25)
4	D	No					4						(17,22,25)-(19,5,27,25)
5	E	No						2					(21,22,25)-(23,5,27,25)
6	F	No							2				(25,23)-(28,25,27,25)
7	G	No								2			(29,75,22,25)-(32,25,27,25)
8	H	No									2		(29,75,16,75)-(32,25,20,75)
9	I	No											(29,75,11)-(33,15,25)
10	D1	Yes											(16,5,1)-(29,11)

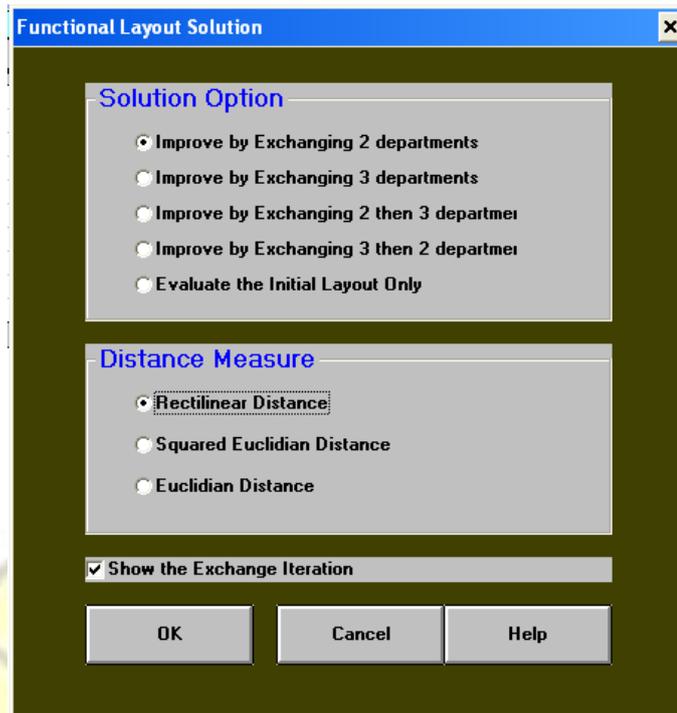
Gambar IV. 11 *Functional Layout Information*

IV.2.4.4 *Functional Layout Solution*

Dalam penentuan *functional layout solution* terdapat 4 tipe pertukaran tata letak *layout* yang perlu dilakukan yaitu *Improve by Exchanging 2 Departemens*, *Improve by Exchanging 3 Departemens*, *Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens*, and *Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens*. Hal tersebut bertujuan untuk menentukan tipe pertukaran tata letak *layout* mana yang memiliki ongkos perpindahan paling minimum.

IV.2.4.4.1 *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Departemens*

Pada *functional layout solution improve by exchanging 2 departemens*, tipe pertukaran ini bertujuan untuk merelayout tata letak *layout* dengan menukarkan 2 departemen yang bisa ditukarkan hingga mendapatkan *cost* dan jarak minimum. Dan *distance measure* yang digunakan adalah *rectilinear distance*. Adapun *functional layout solution improve by exchanging 2 departemens* dapat dilihat pada Gambar IV.12 di bawah ini:



Gambar IV. 12 *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Departemens*

Berikut ini adalah hasil dari *initial evaluate layout*, analisis *Layout* dan *Ongkos Material Handling Evaluate*, serta *layout Distance Evaluatenya*:

1. *Initial Evaluate Layout*

Pada *initial evaluate layout*, tata letak awal dievaluasi hingga sampai *layout final*. Dan evaluasi tata letak tersebut ditunjukkan melalui iterasi-iterasi *layout*. Berikut ini adalah hasil dari *initial evaluate layout (Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Departemens)* dapat dilihat pada Gambar IV.13 dan IV.14 di bawah ini:

Dan untuk *final layout* setelah iterasi 0, penempatan penempatan tata letak setiap departemen/fasilitas produksi masih tetap sama dan tidak ada pertukaran departemen. Total *cost* yang dihasilkan pada *final layout* setelah iterasi 0 adalah Rp. 401

2. Analisis *Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate*

Pada analisis *Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate* menjelaskan mengenai *center* dari titik koordinat (X,Y) dari setiap departemen. Dan aliran *material* dari semua departemen serta mengevaluasi ongkos *material handling* yang dikeluarkan pada masing-masing departemen untuk setiap aliran *materialnya*. Total ongkos *material handling* yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Departemens* adalah Rp. 401. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.15 di bawah ini

05-11-2020 00:56:12	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	A	3	22	26	247
2	B	10	24.50	14	63
3	C	14.50	24.50	8	32
4	D	18.50	24.50	4	16
5	E	22.50	24.50	2	9
6	F	26.50	25	2	10
7	G	31	24.50	2	11
8	H	31	19	2	13
9	I	31.50	13	0	0
10	D1	22.50	6	0	0
	Total			60	401
	Distance	Measure:	Rectilinear		

Gambar IV. 15 Analisis *Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate*

3. *Layout Distance Evaluate*

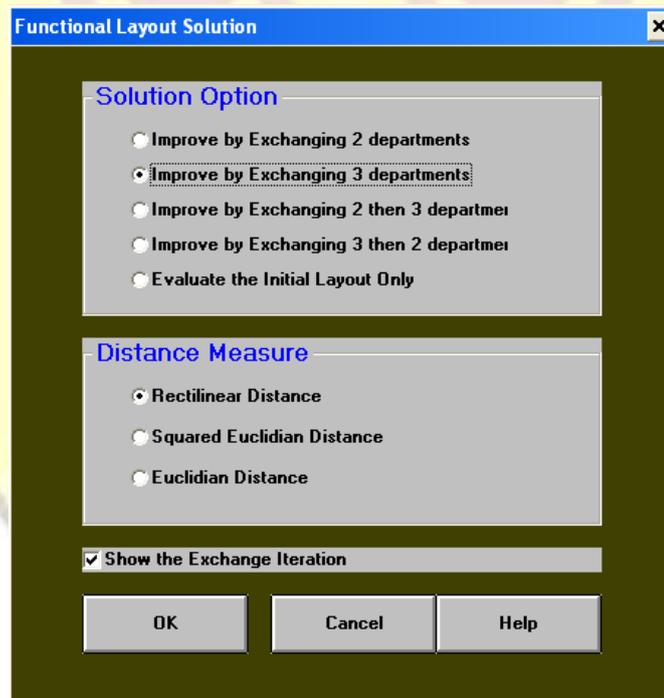
Layout Distance Evaluate merupakan evaluasi dari total jarak aliran material yang ada pada setiap departemen. Total jarak yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Departemens* adalah sebesar 1593. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.16 di bawah ini:

05-11-2020 00:56:45	To A	To B	To C	To D	To E	To F	To G	To H	To I	To D1	Sub Total
From A	0	9.50	14	18	22	26.50	30.50	31	37.50	35.50	224.50
From B	9.50	0	4.50	8.50	12.50	17	21	26.50	33	31	163.50
From C	14	4.50	0	4	8	12.50	16.50	22	28.50	26.50	136.50
From D	18	8.50	4	0	4	8.50	12.50	18	24.50	22.50	120.50
From E	22	12.50	8	4	0	4.50	8.50	14	20.50	18.50	112.50
From F	26.50	17	12.50	8.50	4.50	0	5	10.50	17	23	124.50
From G	30.50	21	16.50	12.50	8.50	5	0	5.50	12	27	138.50
From H	31	26.50	22	18	14	10.50	5.50	0	6.50	21.50	155.50
From I	37.50	33	28.50	24.50	20.50	17	12	6.50	0	16	195.50
From D1	35.50	31	26.50	22.50	18.50	23	27	21.50	16	0	221.50
Sub-Total	224.50	163.50	136.50	120.50	112.50	124.50	138.50	155.50	195.50	221.50	1593

Gambar IV. 16 *Layout Distance Evaluate*

IV.2.4.4.2 *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Departemens*

Pada *functional layout solution improve by exchanging 3 departemens*, tipe pertukaran ini bertujuan untuk merelayout tata letak layout dengan menukarkan 3 departemen yang bisa ditukarkan hingga mendapatkan *cost* dan jarak minimum. Dan *distance measure* yang digunakan adalah *rectilinear distance*. Adapun *functional layout solution improve by exchanging 3 departemens* dapat dilihat pada Gambar IV.17 di bawah ini:



Gambar IV. 17 *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Departemens*

05-11-2020 00:59:01	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	A	3	22	26	247
2	B	10	24.50	14	63
3	C	14.50	24.50	8	32
4	D	18.50	24.50	4	16
5	E	22.50	24.50	2	9
6	F	26.50	25	2	10
7	G	31	24.50	2	11
8	H	31	19	2	13
9	I	31.50	13	0	0
10	D1	22.50	6	0	0
	Total			60	401
	Distance	Measure:	Rectilinear		

Gambar IV. 20 Analisis *Layout* dan Ongkos *Material Handling Evaluate*

3. *Layout Distance Evaluate*

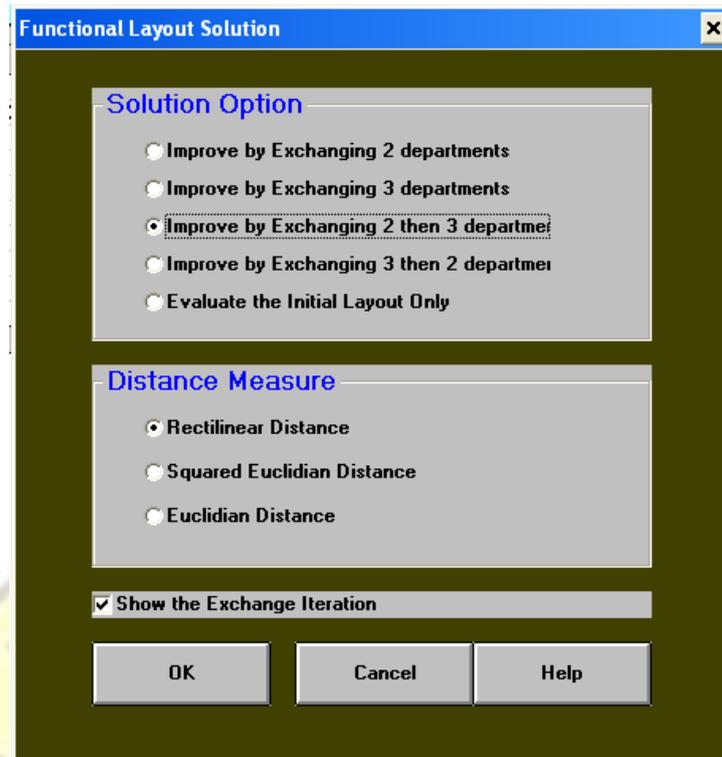
Layout Distance Evaluate merupakan evaluasi dari total jarak aliran material yang ada pada setiap departemen. Total jarak yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Departemens* adalah sebesar 1593. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.21 di bawah ini:

05-11-2020 00:59:27	To A	To B	To C	To D	To E	To F	To G	To H	To I	To D1	Sub Total
From A	0	9.50	14	18	22	26.50	30.50	31	37.50	35.50	224.50
From B	9.50	0	4.50	8.50	12.50	17	21	26.50	33	31	163.50
From C	14	4.50	0	4	8	12.50	16.50	22	28.50	26.50	136.50
From D	18	8.50	4	0	4	8.50	12.50	18	24.50	22.50	120.50
From E	22	12.50	8	4	0	4.50	8.50	14	20.50	18.50	112.50
From F	26.50	17	12.50	8.50	4.50	0	5	10.50	17	23	124.50
From G	30.50	21	16.50	12.50	8.50	5	0	5.50	12	27	138.50
From H	31	26.50	22	18	14	10.50	5.50	0	6.50	21.50	155.50
From I	37.50	33	28.50	24.50	20.50	17	12	6.50	0	16	195.50
From D1	35.50	31	26.50	22.50	18.50	23	27	21.50	16	0	221.50
Sub-Total	224.50	163.50	136.50	120.50	112.50	124.50	138.50	155.50	195.50	221.50	1593

Gambar IV. 21 *Layout Distance Evaluate*

IV.2.4.4.3 *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens*

Pada *functional layout solution improve by exchanging 2 then 3 departemens*, tipe pertukaran ini bertujuan untuk merelayout tata letak layout dengan menukarkan 2 lalu 3 departemen yang bisa ditukarkan hingga mendapatkan *cost* dan jarak minimum. Dan *distance measure* yang digunakan adalah *rectilinear distance*. Adapun *functional layout solution improve by exchanging 2 then 3 departemens* dapat dilihat pada Gambar IV.22 di bawah ini:



Gambar IV. 22 *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Then 3 Departemens*

Berikut ini adalah hasil dari *initial evaluate layout*, analisis *Layout* dan Ongkos *Material Handling Evaluate*, serta *layout Distance Evaluatenya*:

1. *Initial Evaluate Layout*

Pada *initial evaluate layout*, tata letak awal dievaluasi hingga sampai *layout final*. Dan evaluasi tata letak tersebut ditunjukkan melalui iterasi-iterasi *layout*. Berikut ini adalah hasil dari *initial evaluate layout (Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Then 3 Departemens)* dapat dilihat pada Gambar IV.23 dan IV.24 di bawah ini:

Dan untuk *final layout* setelah iterasi 0, penempatan penempatan tata letak setiap departemen/fasilitas produksi masih tetap sama dan tidak ada pertukaran departemen. Total *cost* yang dihasilkan pada *final layout* setelah iterasi 0 adalah Rp. 401

2. Analisis *Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate*

Pada analisis *Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate* menjelaskan mengenai *center* dari titik koordinat (X,Y) dari setiap departemen. Dan aliran *material* dari semua departemen serta mengevaluasi ongkos *material handling* yang dikeluarkan pada masing-masing departemen untuk setiap aliran *materialnya*. Total ongkos *material handling* yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Then 3 Departemens* adalah Rp. 401. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.25 di bawah ini

05-11-2020 01:01:13	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	A	3	22	26	247
2	B	10	24.50	14	63
3	C	14.50	24.50	8	32
4	D	18.50	24.50	4	16
5	E	22.50	24.50	2	9
6	F	26.50	25	2	10
7	G	31	24.50	2	11
8	H	31	19	2	13
9	I	31.50	13	0	0
10	D1	22.50	6	0	0
	Total			60	401
	Distance	Measure:	Rectilinear		

Gambar IV. 25 Analisis *Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate*

3. *Layout Distance Evaluate*

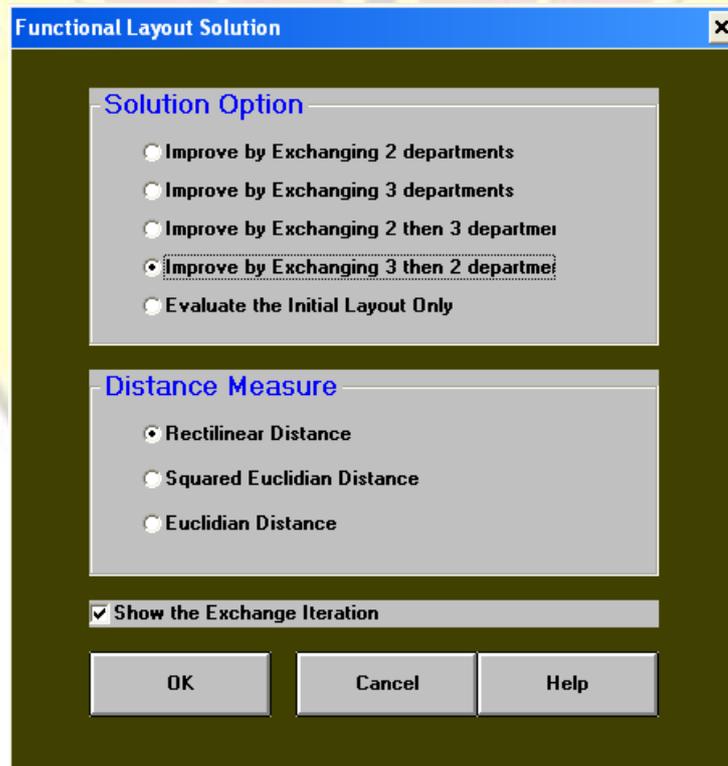
Layout Distance Evaluate merupakan evaluasi dari total jarak aliran material yang ada pada setiap departemen. Total jarak yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 2 Then 3 Departemens* adalah sebesar 1593. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.26 di bawah ini:

05-11-2020 01:01:41	To A	To B	To C	To D	To E	To F	To G	To H	To I	To D1	Sub Total
From A	0	9.50	14	18	22	26.50	30.50	31	37.50	35.50	224.50
From B	9.50	0	4.50	8.50	12.50	17	21	26.50	33	31	163.50
From C	14	4.50	0	4	8	12.50	16.50	22	28.50	26.50	136.50
From D	18	8.50	4	0	4	8.50	12.50	18	24.50	22.50	120.50
From E	22	12.50	8	4	0	4.50	8.50	14	20.50	18.50	112.50
From F	26.50	17	12.50	8.50	4.50	0	5	10.50	17	23	124.50
From G	30.50	21	16.50	12.50	8.50	5	0	5.50	12	27	138.50
From H	31	26.50	22	18	14	10.50	5.50	0	6.50	21.50	155.50
From I	37.50	33	28.50	24.50	20.50	17	12	6.50	0	16	195.50
From D1	35.50	31	26.50	22.50	18.50	23	27	21.50	16	0	221.50
Sub-Total	224.50	163.50	136.50	120.50	112.50	124.50	138.50	155.50	195.50	221.50	1593

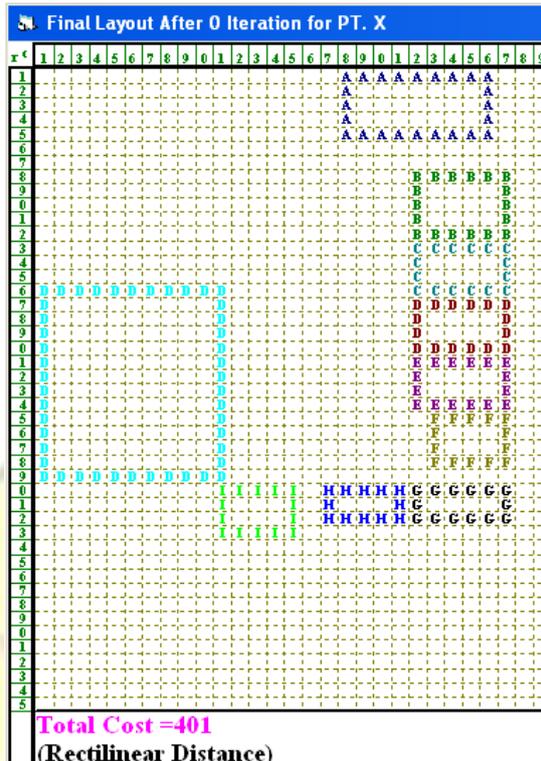
Gambar IV. 26 Layout Distance Evaluate

IV.2.4.4.4 Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens

Pada *functional layout solution improve by exchanging 3 then 2 departemens*, tipe pertukaran ini bertujuan untuk merelayout tata letak layout dengan menukarkan 3 lalu 2 departemen yang bisa ditukarkan hingga mendapatkan cost dan jarak minimum. Dan *distance measure* yang digunakan adalah *rectilinear distance*. Adapun *functional layout solution improve by exchanging 3 then 2 departemens* dapat dilihat pada Gambar IV.27 di bawah ini:



Gambar IV. 27 Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Then 2 Departemens



Gambar IV. 29 Final Layout Setelah Iterasi 0

Dan untuk *final layout* setelah iterasi 0, penempatan penempatan tata letak setiap departemen/fasilitas produksi masih tetap sama dan tidak ada pertukaran departemen. Total *cost* yang dihasilkan pada *final layout* setelah iterasi 0 adalah Rp. 401

2. Analisis Layout dan Ongkos Material Handling Evaluate

Pada analisis *Layout* dan Ongkos *Material Handling Evaluate* menjelaskan mengenai *center* dari titik koordinat (X,Y) dari setiap departemen. Dan aliran *material* dari semua departemen serta mengevaluasi ongkos *material handling* yang dikeluarkan pada masing-masing departemen untuk setiap aliran *materialnya*. Total ongkos *material handling* yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Then 2 Departemens* adalah Rp. 401. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.30 di bawah ini:

05-11-2020 01:03:20	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	A	3	22	26	247
2	B	10	24.50	14	63
3	C	14.50	24.50	8	32
4	D	18.50	24.50	4	16
5	E	22.50	24.50	2	9
6	F	26.50	25	2	10
7	G	31	24.50	2	11
8	H	31	19	2	13
9	I	31.50	13	0	0
10	D1	22.50	6	0	0
Total				60	401
Distance		Measure: Rectilinear			

Gambar IV. 30 Analisis *Layout* dan Ongkos *Material Handling Evaluate*

3. *Layout Distance Evaluate*

Layout Distance Evaluate merupakan evaluasi dari total jarak aliran material yang ada pada setiap departemen. Total jarak yang dihasilkan pada *Functional Layout Solution Improve by Exchanging 3 Then 2 Departemens* adalah sebesar 1593. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar IV.31 di bawah ini:

05-11-2020 01:03:46	To A	To B	To C	To D	To E	To F	To G	To H	To I	To D1	Sub Total
From A	0	9.50	14	18	22	26.50	30.50	31	37.50	35.50	224.50
From B	9.50	0	4.50	8.50	12.50	17	21	26.50	33	31	163.50
From C	14	4.50	0	4	8	12.50	16.50	22	28.50	26.50	136.50
From D	18	8.50	4	0	4	8.50	12.50	18	24.50	22.50	120.50
From E	22	12.50	8	4	0	4.50	8.50	14	20.50	18.50	112.50
From F	26.50	17	12.50	8.50	4.50	0	5	10.50	17	23	124.50
From G	30.50	21	16.50	12.50	8.50	5	0	5.50	12	27	138.50
From H	31	26.50	22	18	14	10.50	5.50	0	6.50	21.50	155.50
From I	37.50	33	28.50	24.50	20.50	17	12	6.50	0	16	195.50
From D1	35.50	31	26.50	22.50	18.50	23	27	21.50	16	0	221.50
Sub-Total	224.50	163.50	136.50	120.50	112.50	124.50	138.50	155.50	195.50	221.50	1593

Gambar IV. 31 *Layout Distance Evaluate*

IV.2.4.5 Hasil Dari Ke 4 Tipe Pertukaran Tata Letak Pada Algoritma CRAFT

Berdasarkan penentuan *relayout* dari 4 tipe pertukaran tata letak yang telah dilakukan, yaitu *Improve by Exchanging 2 Departemens*, *Improve by Exchanging 3 Departemens*, *Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens*, and *Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens*. Bahwa hasil yang didapatkan adalah total *cost* dan total jarak ke 4 tipe pertukaran tersebut memiliki jumlah total yang sama. Dan berada pada iterasi yang sama untuk *final layoutnya* yaitu pada iterasi ke 0. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel IV.19 di bawah ini:

Tabel IV. 19 Hasil Akhir dari Rekapitan 4 *Function Layout Solution*

No	<i>Functional Layout Solution</i>	Total Iterasi	Total Cost	Total Distance Aliran Material	Total Distance
1	<i>Improve by Exchanging 2 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593
2	<i>Improve by Exchanging 3 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593
3	<i>Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593
4	<i>Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593

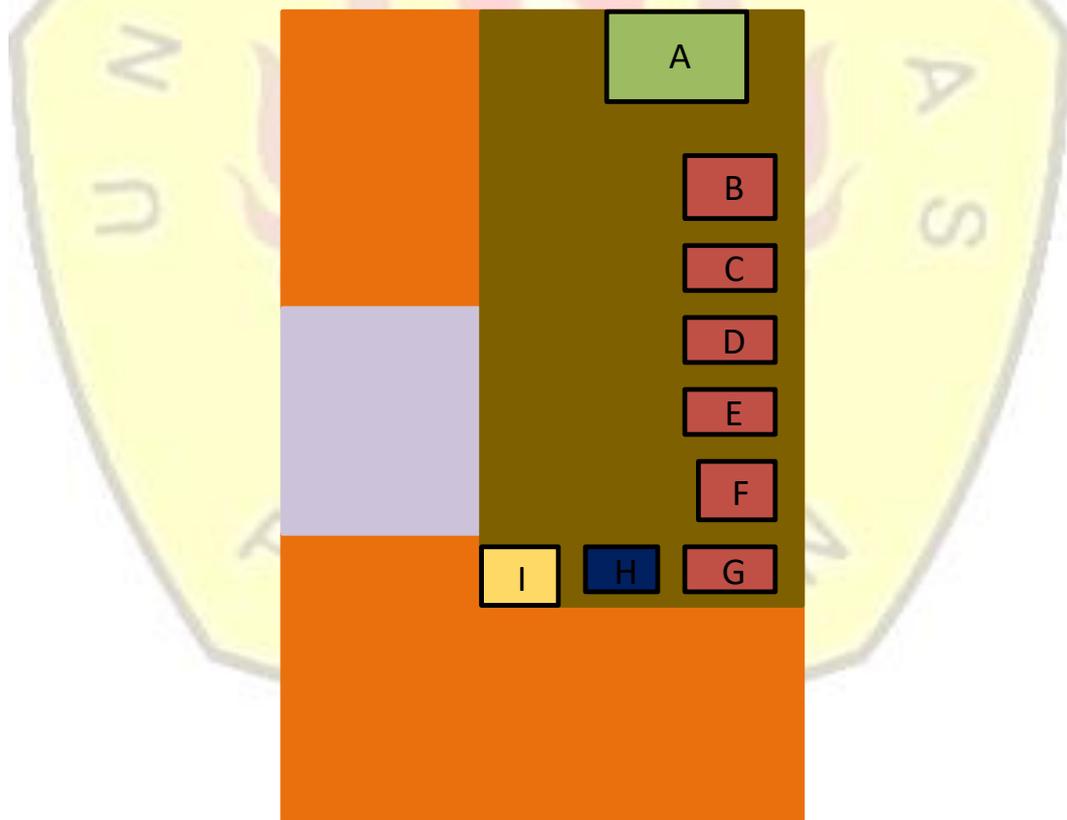
Maka melihat hasil akhir dari rekapitan 4 *function layout solution* tersebut, dapat diketahui bahwa *output* tata letak *layout* hasil Algoritma CRAFT tidak adanya perubahan ataupun pertukaran departemen yang terjadi. Dikarenakan *final layoutnya* terjadi pada iterasi 0 pada ke 4 tipe pertukaran tata letaknya, sehingga *output* tata letak *layout* pada Algoritma CRAFT dinyatakan sudah mendekati pada optimum. Dan berikut ini adalah rekapitan total jarak dan total ongkos perpindahan *material* yang didapatkan dari pengolahan Algoritma CRAFT. Adapun total jarak dan total ongkos perpindahan *materialnya* dapat dilihat pada Tabel IV.20 di bawah ini:

Tabel IV. 20 Rekapitan Total Jarak dan Total Ongkos Perpindahan *Material* pada Algoritma CRAFT

Total Jarak dan Total Ongkos Pada Algoritma CRAFT					
<i>From</i>	<i>To</i>	Frekuensi/Hari	Ongkos/Meter	Jarak (m)	Ongkos/Hari
A	B	26	Rp 961	9.5	Rp 237,315
B	C	14	Rp 12,039	4.5	Rp 758,463
C	D	8	Rp 961	4	Rp 30,745
D	E	4	Rp 961	4	Rp 15,373
E	F	2	Rp 961	4.5	Rp 8,647
F	G	2	Rp 28	5	Rp 285
G	H	2	Rp 28	5.5	Rp 313
H	I	2	Rp 28	6.5	Rp 370
Total				43.5	Rp 1,051,512
Total Jarak dan Total Ongkos Sebenarnya				87	Rp 2,103,024

Dari hasil rekapan total jarak dan total ongkos perpindahan *material* pada Algoritma CRAFT, tata letak *layout final* yang terpilih memiliki total jarak sebesar 43.5 meter dan total ongkos perpindahan *material* perhari sebesar Rp. 1,051,512. Dan dikarenakan dalam penginputan awal pada metode Algoritma CRAFT yang dibantu menggunakan *software WinQSB overflow* maka dalam penginputan datanya diharuskan dibagi dua agar dapat di proses di *software* tersebut, sehingga dalam outputnya untuk mendapatkan total jarak dan total ongkos perpindahan *material* yang sebenarnya perlu dikonversikan dikalikan dua. Adapun untuk total jarak sebenarnya yaitu sebesar 87 meter dan total ongkos perpindahan materialnya sebesar Rp. 2,103,024.

Berikut ini adalah *output* tata letak *layout* berdasarkan Algoritma CRAFT yang sesuai dengan *layout finalnya*. Adapun tata letak *layoutnya* dapat dilihat pada Gambar IV.32 di bawah ini:



Gambar IV. 32 *Final layout* Algoritma CRAFT

Dan untuk gambaran keseluruhan *output* tata letak *layout* hasil Algoritma CRAFT beserta dengan tata letak fasilitas perusahaan X dapat dilihat pada Gambar *template* dan Tabel di bawah ini:



Gambar IV. 33 *Template* Akhir Pertambahan Perusahaan X

Tabel IV. 21 Keterangan Area Pertambangan Perusahaan X

Keterangan Area Pertambangan Perusahaan X	
Kode/Symbol	Nama
A	Tempat galian bahan baku
B	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku
C	Gundang bahan baku
D	Departemen penghancuran
E	Departemen penggilingan
F	Departemen perendaman
G	Departemen peleburan dan pencetakan
H	Departemen pemeriksaan
I	Gudang bahan jadi
D1	<i>Dummy 1</i>
SP 1 & 2	Saung Pertambangan 1 & 2
R.D	Ruang Direktur
R.R	Ruang Rapat
R.KP	Ruang Kepala Produksi
R.SP	Ruang Staff Produksi
R.PT	Ruang Penerima Tamu
M	Musolla
D	Dapur
TK	Toilet Kantor
GBB	Galian Bahan Baku
P. TR & AB	Parkir Truk & Alat Berat
JL. AB & TR	Jalan Alat Berat & Truk
P. MBL & MTR	Parkir Mobil & Motor
PS	Pos Satpam
SI 1 & 2	Saung Istirahat 1 & 2
TU 1 & 2	Toilet Umum 1 & 2
A	Toren Air
G	Tempat Generator
T.L	Tempat Limbah
	Saluran Air
	Saluran Limbah

Bab V Analisa dan Pembahasan

V.1 Analisis Penentuan Tata Letak *Layout* Terpilih

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan dan diolah pada Bab IV, maka dilakukan analisis dan pembahasan dalam menentukan tata letak *layout* terpilih yang menggunakan dua metode pembahasan yaitu Metode Konvensional dan Algoritma CRAFT.

Pada analisis pembahasan Metode Konvensional, penentuan tata letak *layout* terpilih dilakukan dengan pembuatan *From To Chart* (FTC) baik secara *inflow* dan juga *ouflow*, analisis yang didapatkan dari pembuatan FTC ini yaitu aliran material antara departemen satu dengan yang lainnya saling terhubung, sehingga apabila terdapat satu departemen yang mengalami masalah maka akan berdampak pada aliran material ke departemen yang lainnya. kemudian pada pembuatan Tabel Skala Prioritas (TSP), *Activity Relationship Diagram* (ARD), *Activity Relationship Chart* (ARC), dan *Area Allocation Diagram* (AAD), analisis yang didapatkan adalah tingkat prioritas kedekatan antar setiap departemen yang ditentukan secara kualitatif maupun kuantitatif, dan dari tingkatan prioritas itulah digambarkan tata letak *layout* berdasarkan dengan tingkat kedekatan prioritasnya karena hal tersebut dapat mempengaruhi terhadap aliran dan perpindahan material yang terjadi. Pada AAD alternatif 1 tata letak *layout* mempunyai pola aliran seperti huruf L, sedangkan pada AAD alternatif 2 tata letak *layout*nya mempunyai pola aliran zig zag. Selanjutnya pada pembuatan ongkos *material handling* usulan/revisi yang dilakukan, analisis yang didapatkan adalah total jarak dan total ongkos perpindahan material pada setiap alternatif OMH usulan/revisi, dari hasil perhitungan OMH usulan/revisi yang dilakukan total ongkos pada alternatif 1 yang dikeluarkan per harinya yaitu sebesar Rp 2,138,929 dan total jarak antar departemennya yaitu 88.4 meter. Sedangkan total ongkos pada alternatif 2 yang dikeluarkan per harinya yaitu sebesar Rp 3,011,700 dan total jarak antar departemennya yaitu 95.6 meter. Ini berbanding jauh dengan total jarak dan total ongkos perpindahan material pada OMH awal yang memiliki total ongkos perharinya yaitu sebesar Rp. 6,548,975 dan total jarak yang ditempuhnya yaitu 102 meter. Hal ini terjadi dikarenakan adanya perubahan tata letak *layout* setiap

alternatif dari tata letak *layout* awalnya. Sehingga berpengaruh terhadap jarak tempuh perpindahan dan susunan tata letak dari setiap departemennya. Dengan perubahan tersebut terjadi penurunan pada total jarak dan total ongkos perpindahan *material* dari setiap alternatif tata letak layout usulan/revisi dan tata letak *layout* awalnya. Adapun selisih penurunan total jarak dan total ongkos perpindahan *materialnya* dapat dilihat pada Tabel V.1 di bawah ini:

Tabel V. 1 Selisih Penurunan Total Jarak dan Total Ongkos Perpindahan Material

No	Keterangan	Total Jarak (Meter)	Total Ongkos/Hari	Selisih Penurunannya	
				Selisih Ongkos/Hari	Selisih Jarak (Meter)
1	OMH Tata Letak Awal	102	Rp 6,548,975		
2	OMH Tata Letak Usulan/Revisi Alt. 1	88.4	Rp 2,138,929	Rp 4,410,046	13.6
3	OMH Tata Letak Usulan/Revisi Alt. 2	95.6	Rp 3,011,700	Rp 3,537,275	6.4

Dari tabel selisih penurunan total jarak dan total ongkos perpindahan material tersebut, OMH tata letak usulan/revisi alt. 1 memiliki total jarak dan total ongkos perpindahan material terendah. Total jarak yang dimiliki yaitu 88.4 meter dengan selisih penurunannya 13.6 meter dan total ongkos perpindahan material per harinya sebesar Rp 2,138,929 dengan selisih penurunannya Rp. 4,410,046. Dengan demikian ongkos *material handling* dan *layout* tata letak usulan/revisi alt. 1 inilah yang nantinya akan dijadikan *input* dalam pengolahan data pada metode Algoritma CRAFT yang menggunakan bantuan *software* WinQSB agar ongkos *material handling* dan *layout* usulan/revisi alt. 1 lebih mendekati optimum.

Pada analisis pembahasan yang dihasilkan pada metode Algoritma CRAFT dengan menggunakan *software* WinQSB, input data yang digunakan adalah *layout* usulan/revisi alt. 1, titik koordinat setiap departemen, *location fixed*, luas departemen dan nama-nama departemen. Proses analisis dilakukan pada ke 4 tipe pertukaran tata letak *layout* yaitu *Improve by Exchanging 2 Departemens*, *Improve by Exchanging 3 Departemens*, *Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens*, and *Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens*. Hal yang dianalisis adalah *solution option* dari ke 4 pertukaran tata letak *layout*. Adapun untuk lebih jelasnya *solution option* Algoritma CRAFT menggunakan *software* WinQSB dapat dilihat pada Tabel V.2 di bawah ini:

Tabel V. 2 *Solution Option* Algoritma CRAFT menggunakan *software* WinQSB

No	<i>Functional Layout Solution</i>	Total Iterasi	Total Cost	Total Distance Aliran Material	Total Distance
1	<i>Improve by Exchanging 2 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593
2	<i>Improve by Exchanging 3 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593
3	<i>Improve by Exchanging 2 then 3 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593
4	<i>Improve by Exchanging 3 then 2 Departemens</i>	0	Rp. 401	43.5	1593

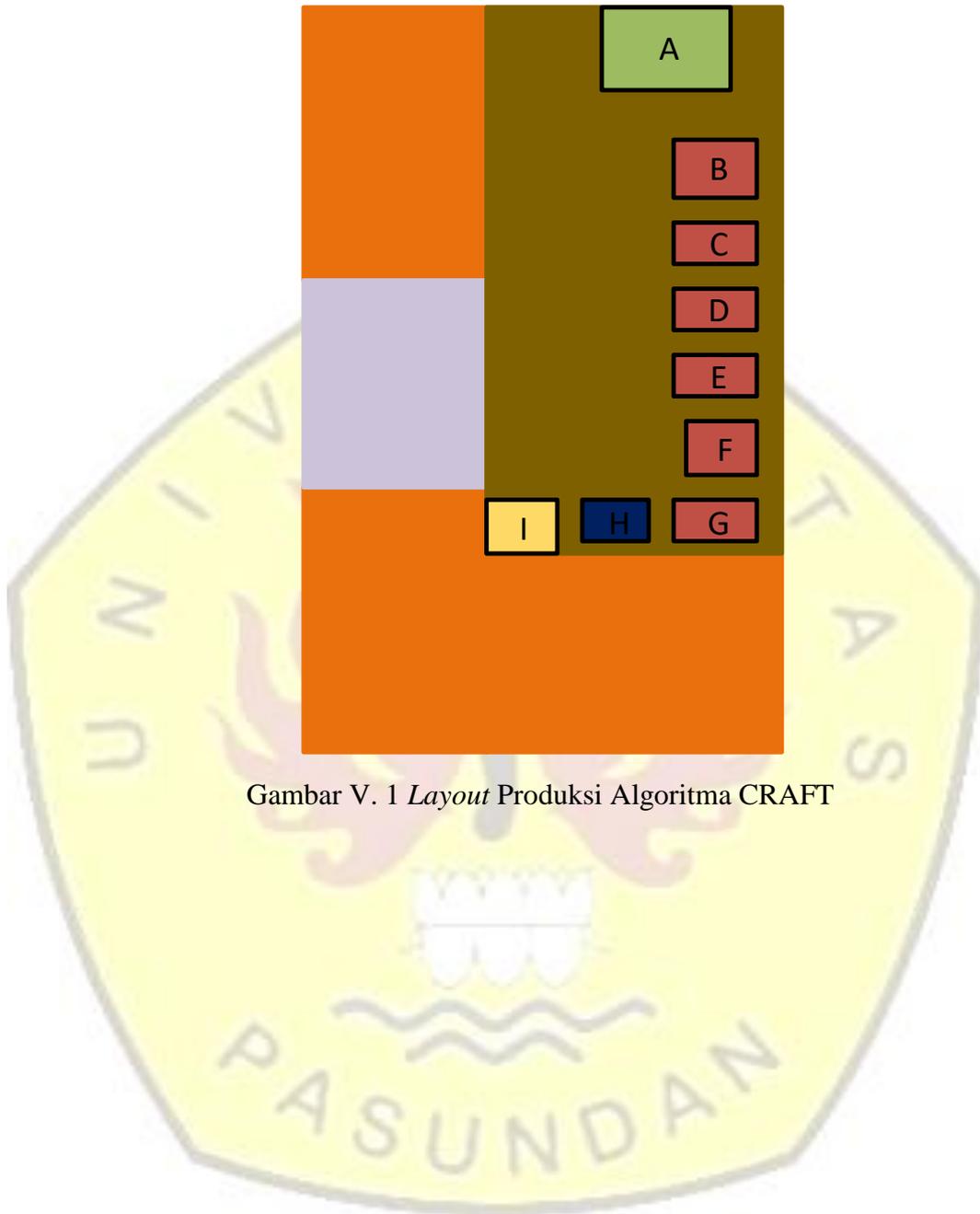
Dari tabel ke 4 *Solution Option* tersebut menunjukkan bahwa total iterasinya adalah 0, total *cost*nya adalah Rp. 401, total *distance* aliran *material* adalah 43.5 meter dan total *distancenya* adalah 1593. Hal ini menjelaskan bahwa dalam proses pengolahan pada ke 4 pertukaran tata letak yang dilakukan, tidak mengalami ataupun tidak adanya pertukaran departemen yang terjadi. Dikarenakan *final layout* dari ke 4 pertukaran tata letaknya ada pada iterasi ke 0. Dan untuk ongkos *material handling* pada tata letak *layout* Algoritma CRAFT dihitung menggunakan total *distance* aliran *material* bukan menggunakan total *distance*. Hal ini dikarenakan perhitungan OMH hanya dilakukan pada aliran *material* yang terjadi perpindahan dari setiap departemen, bukan dari keseluruhan departemennya, dan kemudian dihitung dengan frekuensi dan ongkos *material handling*nya per meter. Adapun Ongkos *material hadling* tata letak *layout* Algoritma CRAFT dapat dilihat pada Tabel V.3 di bawah ini:

Tabel V. 3 Ongkos *material hadling* tata letak *layout* Algoritma CRAFT

Ongkos Material Handling Pada Algoritma CRAFT					
<i>From</i>	<i>To</i>	Frekuensi/Hari	Ongkos/Meter	Jarak (m)	Ongkos/Hari
A	B	26	Rp 961	9.5	Rp 237,315
B	C	14	Rp 12,039	4.5	Rp 758,463
C	D	8	Rp 961	4	Rp 30,745
D	E	4	Rp 961	4	Rp 15,373
E	F	2	Rp 961	4.5	Rp 8,647
F	G	2	Rp 28	5	Rp 285
G	H	2	Rp 28	5.5	Rp 313
H	I	2	Rp 28	6.5	Rp 370
Total				43.5	Rp 1,051,512
Total Jarak dan Total Ongkos Sebenarnya				87	Rp 2,103,024

Dari tabel *Ongkos Material Handling (OMH)* tersebut menunjukkan bahwa total jarak perpindahan sebenarnya pada Algoritma CRAFT adalah 87 meter dan total ongkos perpindahan *material*/harinya adalah Rp. 2,103,024. Adapun bentuk *layout* hasil Algoritma CRAFT memiliki bentuk yang sama dengan *layout* usulan/revisi alt. 1 pada Metode Konvensional yang sebelumnya telah dijadikan *input* pada pengolahan Metode Algoritma CRAFT, baik itu dari segi perubahan departemen dan juga tata letak departemennya. Hanya saja terdapat perbedaan pada jarak perpindahan dan ongkos *material handling* pada kedua metode tersebut. Jarak perpindahan pada *layout* Algoritma CRAFT yaitu 87 meter dan ongkos *material handling*nya sebesar Rp. 2,103,024, sedangkan jarak perpindahan *layout* usulan/revisi alt. 1 pada Metode Konvensional yaitu 88.4 meter dan ongkos *material handling*nya sebesar Rp. 2,138,928. Hal ini disebabkan karena adanya pembulatan pada sistem pengolahan *software* WinQSB terhadap titik koordinat *layout* usulan/revisi alt.1 yang di *input*. Namun dengan demikian *layout* Algoritma CRAFT dinyatakan telah mendekati optimum, hal ini dikarenakan *final layout*nya ada pada iterasi ke 0. Dan total ongkos perpindahan *material* pada *layout* Algoritma CRAFT mengalami penurunan sebesar 68% dari total ongkos perpindahan *material* pada *layout* awalnya.

Berikut ini adalah gambaran *layout* berdasarkan hasil dari pengolahan pada Algoritma CRAFT yang dapat dilihat pada Gambar V.1:



Gambar V. 1 *Layout* Produksi Algoritma CRAFT

Adapun untuk gambaran keseluruhan *layout* hasil Algoritma CRAFT beserta tata letak fasilitas keseluruhan perusahaan X dapat dilihat pada Gambar *template* dan Tabel di bawah ini:



Gambar V. 2 *Template* Akhir Pertambahan Perusahaan X

Tabel V. 4 Keterangan Area Pertambangan Perusahaan X

Keterangan Area Pertambangan Perusahaan X	
Kode/Symbol	Nama
A	Tempat galian bahan baku
B	Tempat penyaringan dan pembungkusan galian bahan baku
C	Gundang bahan baku
D	Departemen penghancuran
E	Departemen penggilingan
F	Departemen perendaman
G	Departemen peleburan dan pencetakan
H	Departemen pemeriksaan
I	Gudang bahan jadi
D1	<i>Dummy 1</i>
SP 1 & 2	Saung Pertambangan 1 & 2
R.D	Ruang Direktur
R.R	Ruang Rapat
R.KP	Ruang Kepala Produksi
R.SP	Ruang Staff Produksi
R.PT	Ruang Penerima Tamu
M	Musolla
D	Dapur
TK	Toilet Kantor
GBB	Galian Bahan Baku
P. TR & AB	Parkir Truk & Alat Berat
JL. AB & TR	Jalan Alat Berat dan Truk
P. MBL & MTR	Parkir Mobil & Motor
PS	Pos Satpam
SI 1 & 2	Saung Istirahat 1 & 2
TU 1 & 2	Toilet Umum 1 & 2
A	Toren Air
G	Tempat Generator
T.L	Tempat Limbah
	Saluran Air
	Saluran Limbah

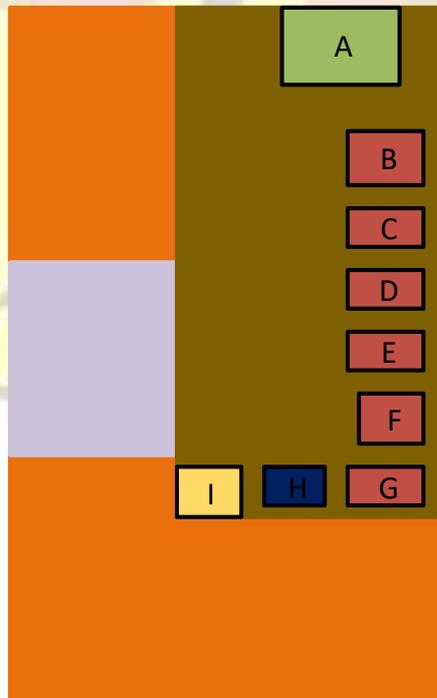
Untuk dapat merealisasikan *layout* produksi hasil Algoritma CRAFT beserta tata letak fasilitas keseluruhan perusahaan X. Pihak perusahaan harus melakukan perubahan dan membenahi tata letak *layout* produksi awal. Perubahan tata letak tersebut terjadi pada departemen B, C, D, E, F, G, H, dan I serta pemindahan SP1 dan SP2. Sedangkan untuk fasilitas-fasilitas lain tidak ada yang berubah dan tetap sesuai dengan keadaan pada awalnya. Dalam melakukan perubahan tata letak *layout* produksi pihak perusahaan tetap dapat menjalankan kegiatan produksi pertambangan seperti biasanya, hal ini dikarenakan perubahan tersebut tidak mengganggu aktivitas produksi yang dilakukan dan juga perubahan tersebut dapat dilakukan secara bertahap dari departemen satu ke departemen lainnya. Dengan adanya perubahan tata letak departemen tersebut jalur yang dilalui dari setiap departemen dan laju perpindahan yang dilakukan menjadi lebih pendek, tertata, dan sederhana dikarenakan pola aliran materialnya membentuk pola seperti huruf L, tidak seperti *layout* awalnya yang terlalu panjang dan berkelok-kelok, hal ini terjadi dikarenakan adanya pemotongan jarak dari *layout* awalnya, yang semula 102 meter menjadi 87 meter. Dan perubahan tersebut dapat menurunkan pengeluaran ongkos *material handling* sebesar 68% dari pengeluaran ongkos *material handling* pada awalnya, sehingga penurunan ongkos tersebut dapat perusahaan manfaatkan untuk mengadakan pelatihan agar dapat meningkatkan kinerja pegawai ataupun dapat digunakan untuk menambah fasilitas pertambangan demi menunjang kegiatan produksi yang dilakukan.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

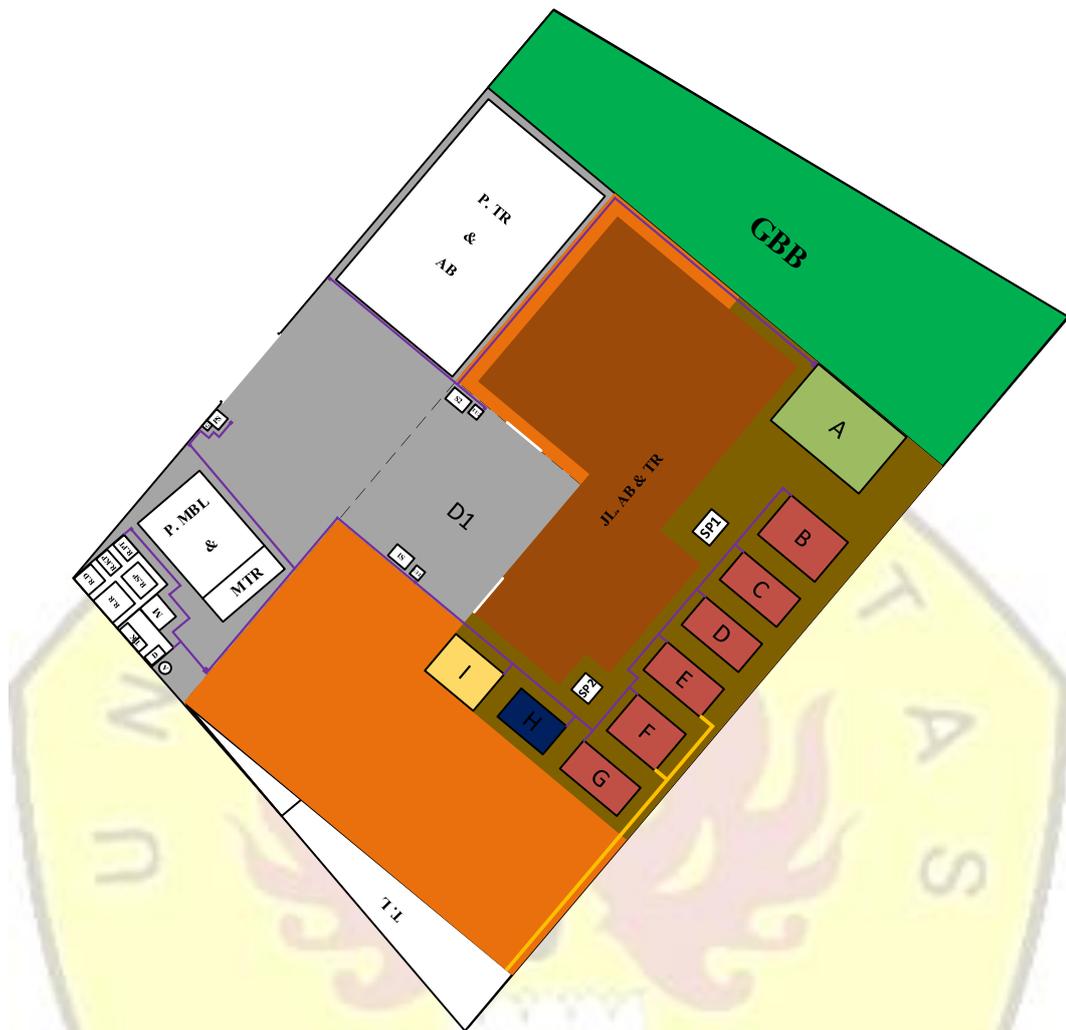
VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada Bab. IV menggunakan Metode Konvensional dan Algoritma CRAFT, serta penganalisaan hasil pengolahan data pada Bab. V, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. *Layout* awal pertambangan pada perusahaan X memiliki total ongkos perpindahan *material* yang di keluarkan per harinya yaitu sebesar Rp 6,548,975 dan total jarak perpindahannya yaitu 102 meter.
2. *Layout* usulan terpilih memiliki total ongkos perpindahan *material* yang dikeluarkan per harinya yaitu sebesar Rp. 2,103,024 dan total jarak perpindahannya yaitu 87 meter. Dan total ongkos perpindahan *material* pada *layout* usulan terpilih mengalami penurunan sebesar 68% dari total ongkos perpindahan *material* pada *layout* awalnya.
3. Pada bentuk rekomendasi *layout* usulan terpilih perubahan terjadi pada departemen B, C, D, E, F, G, H, dan I serta pemindahan SP1 dan SP2 dari *layout* awalnya. Adapun bentuk rekomendasi dari *layout* usulan terpilih dan *template* pertambangan yang dapat dilihat pada Gambar VI.1 dan VI.2:



Gambar VI. 1 *Layout* Usulan Terpilih



Gambar VI. 2 Template Pertambahan

VI.2 Saran

Karena ruang lingkup penelitian ini adalah perancangan tata letak fasilitas produksi yang hanya membahas secara mendasar mengenai perbaikan tata letak layout produksi, penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya dapat di kombinasikan dengan modul-modul tambahan seperti rencana produksi, *line balancing*, perancangan kerja dan biaya perancangan tata letak fasilitas produksi, sehingga hasil dari penelitian selanjutnya lebih terintegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthara, A. "Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi dengan Metode CRAFT untuk Meminimasi Ongkos Material Handling". Majalah Ilmiah UNIKOM, Bandung. 2011
- Apple, J.M. "Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan". Edisi Ketiga. ITB Bandung, Bandung. 1990
- Hadiguna, R. A, Heri Setiawan. "Tata Letak Pabrik". Andi, Yogyakarta. 2008
- Hadiguna, Rika Ampuh, M.T. "Manajemen Pabrik: Pendekatan Sistem untuk Efisiensi dan Efektivitas". Bumi Aksara, Jakarta. 2009
- Heizer, Jay dan Barry Render. "Manajemen Operasi". Buku 1 Edisi 9. Salemba 4, Jakarta. 2009
- Heragu, S.S. "*Facilities Design*". 3rd edition. CRC Press Taylor & Francis Group, US. 2008
- Purnomo, H. "Perencanaan dan Perancangan Fasilitas". Graha Ilmu, Yogyakarta. 2004
- Sugiyono. "Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&d". Alfabeta, Bandung. 2015
- Wignjosubroto, S. "Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan". Edisi ke-3 cetakan ke-4. Guna Widya, Surabaya. 2009

Pustaka dari Situs Internet:

- Republika. Berita Ekonomi Keuangan Industri Pertambangan Turun 1,70%. (2019). <https://www.republika.co.id/>, diakses pada 27 Oktober 2019