

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan perolehan hasil dari perbaikan, pengusulan ide, dan pemecahan solusi yang berasal dari penelitian terdahulu. Sub bab berikut akan menjelaskan hasil rincian penelitian yang ditemukan dengan ruang lingkup tata letak fasilitas manufaktur.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian-penelitian yang telah dilakukan dengan metode berbeda sehingga menjadi pembelajaran baru guna mengimplementasikan perancangan tata letak yang baik sebagai berikut:

Singh dan Yilma (2013) melakukan penelitian di manufaktur kaleng dengan judul penelitian "*Production Floor Layout Using Systematic Layout Planning in Can Manufacturing Company*". Ditemukan permasalahan bahwa adanya proses produksi yang tidak efisien dengan menunjukkan kemacetan. Tata letak alternatif dikembangkan berdasarkan minimum jarak yang ditempuh antara setiap mesin. Prosedur yang diusulkan diilustrasikan menjadi pendekatan yang layak dengan dua alternatif tata letak yang lebih ekonomis. Jarak aliran produksi dapat dipersingkat dari 389,7 m menjadi 311,2 m. Waktu perjalanan dapat dikurangi dari 901 detik hingga 750 detik. Biaya perjalanan dapat dikurangi dari 3,17 menjadi 2,98.

Patil dan Kuber (2014) melakukan penelitian yang berjudul "*Productivity Improvement In Plant By Using Systematic Layout Planning (SLP)- A Case Study Of Medium Scale Industry*" yang berfokus pada pemanfaatan area pabrik dan peningkatan produktivitas. Penelitian ini, memperhatikan beberapa masalah yang dihaapi oleh Perusahaan Auto Ancillary seperti kualitas perawatan dan pemanfaatan ruang. Penggunaan pendekatan SLP untuk memperbaiki tata letak perusahaan yang ada. Studi rinci mengenai tata letak pabrik seperti bagan proses operasi, aliran *material*, dan bagan hubungan aktivitas. Tata letak akhir dipilih dengan pemasangan mesin baru dengan pemanfaatan yang efektif.

Putri dan Dona (2019) melakukan penelitian yang berjudul "*Application of Lean Manufacturing Concept for Redesigning Facilities Layout in Indonesian Home-Food Industry*" yang didasari oleh masalah pada salah satu usaha makanan

bahwa ditemukan penempatan bahan utama dan pendukung ke area pembuatan kue itu ditempatkan di area kosong. Alur proses produksi yang terjadi di area lantai produksi memiliki *workstation* berjauhan sehingga alur pengerjaan bolak-balik. Aliran bolak-balik berdampak pada waktu tunggu operator untuk pengerjaan. Permasalahan yang dihadapi diatasi dengan merancang ulang tata letak serta perbaikan SOP dengan menggunakan konsep *lean manufacturing*. Langkah yang dilalui adalah data *motion time study* untuk meminimalisir pemborosan. Identifikasi sampah biasa. Kemudian tata letak produksi dalam penelitian menggunakan algoritma Blocplan. Hasil rekomendasi tata letak melalui rancangan blocplan memiliki momen perpindahan 73,711 meter/bulan dibandingkan kondisi aslinya yang memiliki momen perpindahan sepanjang 122.037,84 meter/bulan.

Devi (2020) melakukan penelitian terhadap perancangan tata letak ulang fasilitas produksi dengan menggunakan modifikasi campuran yang berada di CFSMI Kemasan Yogyakarta. Permasalahan yang ditemukan adalah perencanaan untuk merenovasi bangunan termasuk pada departemen produksi. Oleh karena itu, renovasi bangunan melibatkan perombakkan atau pengaturan tata letak ulang fasilitas yang mempertimbangkan aliran produksi dan jarak antar fasilitas. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi biaya perpindahan bahan baku, serta menghasilkan tata letak ulang fasilitas dari opsi terbaik. Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini dengan *Mix Modified Systematic Layout Planning* (MMSLP). Konfigurasi yang dihasilkan dapat menurunkan biaya perpindahan bahan baku melalui program CRAFT dengan hasil total biaya sebesar Rp14,30 untuk area kemasan dan Rp10.265,67 untuk area pembuat kemasan.

Haryanto, dkk (2020) melakukan penelitian mengenai perencanaan tata letak fasilitas untuk mereduksi biaya operasional yang berjudul "*Redesign of Facilities Layout Using Systematic Layout Planning on Manufacturing Company: A Case Study*". Kasus yang diteliti dilakukan pada manufaktur *Hard Disk Drive* (HDD). Perusahaan HDD memiliki beberapa kendala yakni di *Brushing Room*. Salah satu penyebab hambatan tersebut ditandai dengan arus bolak balik selama proses produksi suku cadang Tressel, salah satu produk perusahaan. Solusi memperbaiki permasalahan tata letak fasilitas yang ada, perlu dilakukan perancangan ulang berdasarkan alur proses produksi. Metode yang digunakan adalah *Systematic Layout Planning* (SLP) untuk meminimalkan biaya *material handling* yang dihasilkan dari proses produksi. Hasil tata letak alternatif perusahaan diperoleh biaya *material handling* per bulan adalah Rp2.971,717,- yang berarti hasil

perbaikan pada Metode SLP menghasilkan penghematan biaya *material handling* sebesar 44,7%.

Micheli, dkk (2021) melakukan penelitian terhadap koperasi social untuk pekerja penyandang disabilitas yang berjudul “*A Revised Systematic Layout Planning to Fit Disabled Workers Contexts*”. Untuk mencapai hasil yang optimal diperlukan pengaturan kegiatan untuk proses produksi. Oleh sebab itu, metode yang dipilih yakni Perencanaan Tata Letak Sistematis (SLP) yang modern disesuaikan dengan pekerja penyandang disabilitas. Hasil menunjukkan adanya peningkatan ruang sebesar 219,2% pada tahun 2019 dan 197,5% pada tahun 2020. Hasil implementasi telah menyisakan 82,11 m² ketersediaan ruang.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian yang dilakukan di area *workshop* BPTTG Yogyakarta dengan menyelesaikan permasalahan kebutuhan operasi yang sering dilakukan dalam pengerjaan memotong melalui mesin gerinda dan plat otomatis, menekuk melalui mesin *bending* manual, mengelas di *area kerja* las, dan mengukur di *area kerja* pengukuran. Sementara dari hasil wawancara ditemukan jarak dari hubungan pengerjaan tersebut cukup jauh sehingga melibatkan jarak perpindahan *material*.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Sumber	Perbandingan dengan Penelitian			
					Objek	Permasalahan	Metode	Keterangan
1	<i>Production Floor Layout Using Systematic Layout Planning in Can Manufacturing Company</i>	Ajit Pal Singh dan Manderas Yilma	2013	<i>Manufacturing Section</i>	Manufaktur kaleng	Proses produksi yang tidak efisien dengan menunjukkan kemacetan	<i>Systematic Layout Planning</i>	<p>Informasi: tahapan pengerjaan SLP</p> <p>Step 1: <i>Input Data</i> = P, Q, R, S, & T (Dibahas BAB 4)</p> <p>Step 2: <i>Flow of materiala</i> (Dibahas BAB 5 & 6)</p> <p>Step 3: <i>Activity Relationship Chart</i> (Dibahas BAB 5 & 6)</p> <p>Step 4: <i>Relationship Diagram</i> (String Diagram) (Dibahas BAB 5 & 6)</p> <p>Step 5: <i>Space Requirements</i> (Dibahas BAB 5 & 6)</p> <p>Step 6: <i>Space Available</i> (Dibahas BAB 5 & 6)</p> <p>Step 7: <i>Space Relationship Diagram</i> (Dibahas BAB 5 & 6)</p> <p>Step 8: Modifikasi <i>constraints</i> (Dibahas BAB 7)</p> <p>Step 9: Batasan Praktis (Dibahas BAB 7)</p> <p>Step 10: Pengembangan Alternatif Layout (Dibahas BAB 7)</p> <p>Formulasi minimasi $Min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m cijdij$ (Teori BAB 2)</p> <p>Jarak aliran produksi dapat dipersingkat dari 389,7 m menjadi 311.2 m. Waktu perjalanan dapat dikurangi dari 901 detik hingga 750 detik. Biaya perjalanan dapat dikurangi dari 3.17 menjadi 2.98.</p>

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Penulis	Tahun	Sumber	Perbandingan dengan Penelitian			
					Objek	Permasalahan	Metode	Keterangan
2	<i>Productivity Improvement In Plant By Using Systematic Layout Planning (SLP)- A Case Study Of Medium Scale Industry</i>	Subodh B Patil & S. S. Kuber	2014	<i>Engineering and Technology</i>	Merancang pemanfaatan area Perusahaan Auto Ancillary	Kualitas perawatan dan pemanfaatan ruang	<i>Systematic Layout Planning</i>	Informasi: (Penambahan informasi FTC BAB 6) <i>From to Chart</i> menunjukkan data kuantitatif aliran <i>material</i> dengan indentifikasi jarak dan frekuensi pergerakan antara pasangan yang berbeda dari departemen dan jalur perakitan. Upaya yang dilakukan dalam perancangan tata letak untuk menempatkan departemen memiliki lebih banyak pergerakan <i>material</i> yang dekat satu sama sehingga dapat meminimalkan pengangan <i>material</i> .
3	<i>Application of Lean Manufacturing Concept for Redesigning Facilities Layout in Indonesian Home-Food Industry</i>	Nilda Tri Putridan Lora Seprima Dona	2019	<i>Total Quality Magement Journal</i>	Merancang ulang fasilitas Industri Rumah Produk Makanan	Ditemukan penempatan bahan utama dan pendukung ke area pembuatan kue itu ditempatkan di area kosong	Algoritma Blocplan	Informasi: Kutipan ARC (BAB 5) ARC merupakan desain dari hubungan antara <i>workstation</i> di lantai produksi. ARC didasarkan pada <i>workstation</i> yang memiliki kriteria kualitatif untuk kedekatan hubungan. ARC digunakan sebagai input BLOCPAN. Alasan keterkaitan hubungan untuk menghilangkan pemborosan yakni urutan aliran proses, mudah untuk perpindahan <i>material</i> , mudah untuk pengecekan, tidak adanya keterkaitan proses, gangguan aktivitas. Penjelasan Blocplan (BAB 5) Tata letak optimal diindeks oleh R-Score tertinggi. Namun jika ada nilai R-Score yang sama, Rel-DistScore terendah harus ditemukan dari R-Score tertinggi. Rel-DistScore terendah menggambarkan jarak area kerja yang dekat harus rendah. Hasil rekomendasi tata letak melalui rancangan blocplan memiliki momen perpindahan 73.711 meter/bulan dibandingkan kondisi aslinya yang memiliki moen perpindahan sepanjang 122.037,84 meter/bulan.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Penulis	Tahun	Sumber	Perbandingan dengan Penelitian			
					Objek	Permasalahan	Metode	Keterangan
4	Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi <i>Mixed Modified Systematic Layout Planning</i> di CFSMI Kemasan Yogyakarta	Selvia Devi	2020	Tugas Akhir Teknik Industri Atma Jaya Yogyakarta	Merancang ulang tata letak fasilitas terhadap rencana renovasi bangunan yang melibatkan area produksi di CFSMI.	Perencanaan untuk merenovasi bangunan termasuk pada departemen produksi	<i>Systematic Layout Planning</i>	Informasi: Mix Modified (BAB 3) Mengambil rujukan metode perancangan dengan modifikasi campuran dari metode SLP. Menghasilkan penurunan biaya perpindahan bahan baku melalui program CRAFT dengan hasil total biaya sebesar Rp 14,30 untuk area kemasan dan Rp10.265,67 untuk area pembuat kemasan.
5	<i>Redesign of Facilities Layout Using Systematic Layout Planning on Manufacturing Company: A Case Study</i>	A. T. Haryanto, M Hisjam, dan W K Yew	2020	<i>Material Science and Engineering</i>	Perencanaan tata letak fasilitas untuk mereduksi biaya operasional pada manufaktur Hard Disk Drive (HDD).	Arus bolak balik selama proses produksi suku cadang Tressel, salah satu produk perusahaan di Brushing Room	<i>Systematic Layout Planning</i>	Informasi: Relationship Diagram (BAB 5) : Langkah ini memposisikan <i>workstation</i> /mesin menyesuaikan ruang dan tempat. Mesin-mesin yang memiliki interaksi kuat atau hubungan kedekatan ditempatkan secara berdekatan. Diagram relasi/String Diagram menunjukkan penempatan yang mendekati optimal tanpa mempertimbangkan kebutuhan ruang dan menunjukkan kemungkinan pengelompokan mesin. Hasil tata letak alternatif perusahaan diperoleh biaya <i>material handling</i> per bulan adalah Rp 2.971,717,- yang berarti hasil perbaikan pada Metode SLP menghasilkan penghematan biaya <i>material handling</i> sebesar 44,7%

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Penulis	Tahun	Sumber	Perbandingan dengan Penelitian			
					Objek	Permasalahan	Metode	Keterangan
6	<i>A Revised Systematic Layout Planning to Fit Disabled Workers Contexts</i>	Guido J.L. Micheli, Annamaria Rampoldi, and Fabrizio Baccanti	2021	<i>Journal Sustainability</i> MDPI	Perancangan Tata Letak Koperasi untuk penyandang disabilitas	Mencapai hasil yang optimal diperlukan pengaturan kegiatan untuk proses produksi	Optimasi <i>Space</i>	<p>Informasi: (Penambahan BAB 6 Analisis Tahap Dua) Banyak Algoritma dapat digunakan dan dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algoritma konstruksi: menghasilkan tata letak dengan mempertimbangkan hubungan antar departemen. Contoh metode CORELAP, ALDEP, BLOCPAN 2. Algoritma perbaikan: memerlukan tata letak awal yang layak. Tujuannya adalah mengurangi biaya terhadap posisi pertukaran berpasangan. Contoh metode adalah CRAFT. <p>Hasil menunjukkan adanya peningkatan ruang sebesar 219.2% pada tahun 2019 dan 197.5% pada tahun 2020. Hasil implementasi telah menyisakan 82.11 m² ketersediaan ruang.</p>

2.2. Landasan Teori

Dasar teori sebagai acuan dalam pemahaman materi guna menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti secara sistematis. Sub bab berikut merupakan penjelasan teori dasar yang bersumber dari beberapa ahli dan peneliti.

2.2.1. Definisi Mengenai Tata Letak

Beberapa ahli telah mendefinisikan mengenai tata letak, diantaranya:

- a. Apple (1990) telah mendefinisikan bahwa perancangan tata letak fasilitas merupakan proses, pembentukan konsep, merancang serta menganalisis mengenai susunan fisik. Rancangan tata letak sebagai integrasi antara peralatan dan proses perpindahan *material* yang efektif dan paling efisien mulai penerimaan hingga ke bagian pengiriman barang jadi.
- b. Stephens dan Meyers (2013) mendefinisikan bahwa perancangan fasilitas melingkupi lokasi *plant*, rancangan bangunan, dan *material handling*.

2.2.2. Prinsip Penyusunan *Layout*

Tompkins, dkk (2010) memaparkan penyusunan *layout* didasarkan oleh sistem aliran *material*, keperluan ruang, dan keterkaitan aktivitas.

a. Sistem Aliran *Material*

Sistem aliran material dapat mempengaruhi keseluruhan pergerakan perpindahan *material* dalam perencanaan letak fasilitas. Prinsip dalam menyederhanakan aliran *material* melalui beberapa pendekatan meliputi menghilangkan pergerakan, meminimalkan jarak, serta menggabungkan langkah pemrosesan.

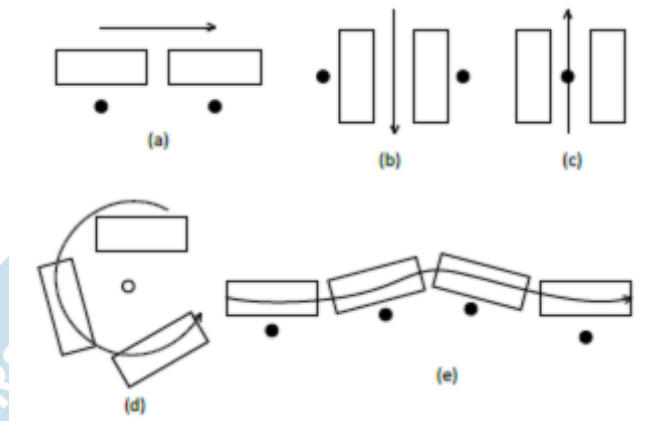
1) Pola Aliran Melalui Area kerja

Pola aliran melalui area kerja mempertimbangkan studi gerak dan kebiasaan operator dalam beroperasi di area kerja. Aliran yang simetris mempengaruhi penggunaan tangan, lengan, dan kaki yang terkoordinasi. Tangan, lengan, dan kaki harus dimulai dan mengakhiri gerakan mereka bersama-sama sehingga tidak ada yang menganggur pada saat yang sama. Area kerja dapat mengarah ke tangan, bahu, dan punggung masalah karena gerakan memutar dan dukungan mekanis yang tidak memadai.

2) Pola Aliran Melalui Departemen

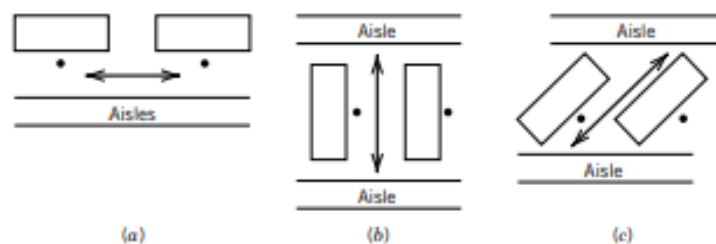
Pola aliran melalui departemen tergantung pada jenis *layout* departemen yang berfokus pada produk, proses, dan famili produk departemen. Pada departemen produk, operasi berurutan dengan minimal atau tanpa *backtracking*. Pola aliran secara produk melingkupi pola (a) *End to end*, (b) *back to back*, (c) *front to front*,

(d) melingkar, (e) *odd angle*, yang merupakan satu operator bekerja di masing-masing area kerja ditunjukkan pada Gambar 2.1. Pola aliran *front to front* digunakan ketika satu operator bekerja pada dua area kerja dan pola aliran melingkar digunakan ketika satu operator bekerja lebih dari dua area kerja.



Gambar 2.1. Pola Aliran Tata Letak Produk (Tompkins, dkk, 2010)

Pada aliran proses departemen dikelompokkan pada mesin yang sama dalam departemen. Arus terjadi di antara area kerja dengan gang. Pola aliran ditentukan oleh orientasi area kerja terhadap gang. Gambar 2.2. menunjukkan pengaturan gang area kerja dan pola aliran yang dihasilkan (a) paralel, (b) tegak lurus, (c) diagonal. Penentuan pola pengaturan gang area kerja ditentukan dari interaksi antara area area kerja, ketersediaan ruang, dan ukuran material. Pola aliran diagonal digunakan bersama dengan lorong satu arah yang sering membutuhkan sedikit ruang daripada pengaturan parallel dan tegak lurus.



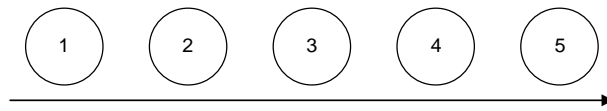
Gambar 2.2. Pola Aliran Tata Letak Proses (Tompkins, dkk, 2010)

Garis Pola Aliran Umum

Apple (1990) memaparkan bahwa terdapat pemahaman dalam menggunakan garis pola aliran *material*, yakni:

- 1) Pola Aliran Garis Lurus

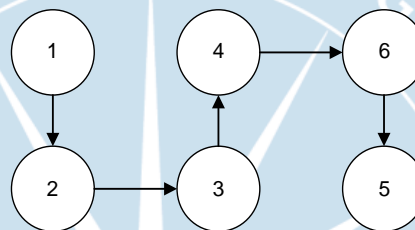
Digunakan apabila proses produksi balan dan hanya melibatkan minim komponen atau memiliki beberapa peralatan produksi yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pola Aliran Garis Lurus (Apple, 1990)

2) Pola Aliran Zig-zag

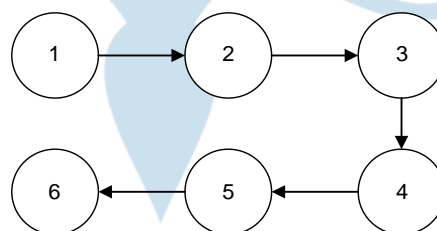
Diaplikasikan apabila lintasan produksi lebih panjang dari ruangan yang ditempati, dan karena berbentuk zig-zag akan mempengaruhi luas, bentuk, dan ukuran yang ekonomis yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pola Aliran Zig-zag (Apple, 1990)

3) Pola Aliran Bentuk U

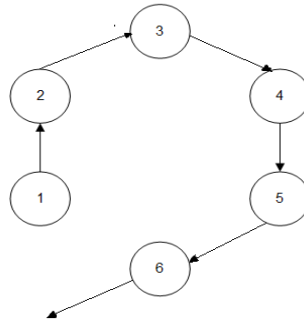
Diaplikasikan apabila produk jadi dapat menyelesaikan proses terhadap tempat yang sama pada awal proses, karena keadaan fasilitas transportasi, dan penggunaan mesin yang bersamaan yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Pola Aliran Bentuk U (Apple, 1990)

4) Pola Aliran Melingkar

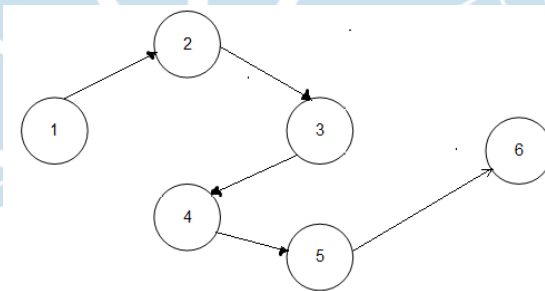
Diaplikasikan apabila barang produk dapat kembali ke tempat yang tepat saat memulai operasi seperti penerimaan dan pengiriman pada satu tempat yang sama dan digunakan untuk rangkaian yang sama yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Pola Aliran Melingkar (Apple, 1990)

5) Pola Aliran Bersudut Ganjil

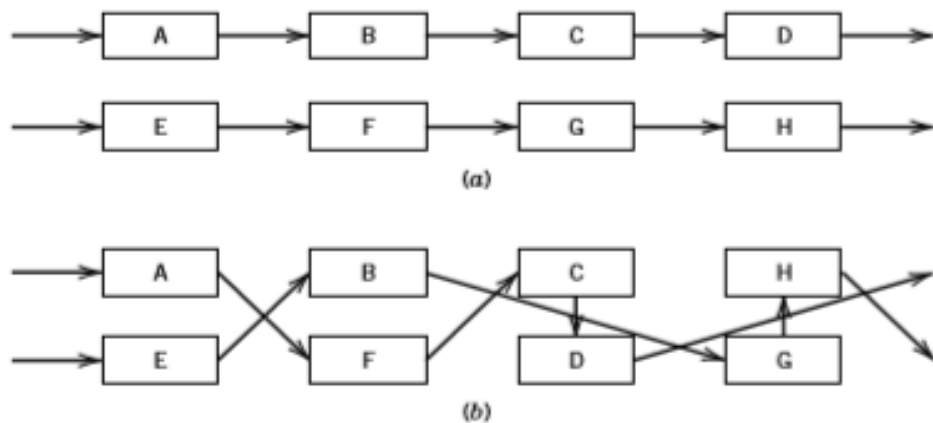
Merupakan pola tak tentu dan memiliki tujuan diantaranya untuk memperpendek lintasan aliran antar *group* area kerja yang berdekatan, pemindahan yang mekanis, keterbatasan ruangan tidak memberi kemungkinan pola lain, dan lokasi permanen dari fasilitas yang mengharuskan pola tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Pola Aliran Bersudut Ganjil (Apple, 1990)

Prinsip-prinsip berikut telah diamati untuk menghasilkan aliran yang efektif melingkupi:

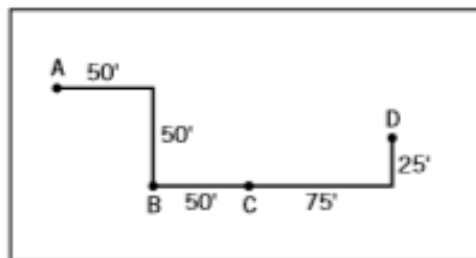
- a) mengatur pola aliran dan memaksimumkan jalur aliran yang terarah
- jalur aliran terarah adalah jalur aliran tak terputus yang bergerak langsung dari asal ke tujuan. Jalur aliran tak terputus adalah jalur aliran yang tidak bersinggungan dengan jalur lain. Gambar 2.8. merupakan ilustrasi kemacetan dan persimpangan yang tidak diinginkan yang mungkin terjadi ketika jalur aliran mengalami gangguan. Jalur aliran tak terputus berkembang dari asal ke tujuan tanpa alur balik.



Gambar 2.8. Dampak Gangguan pada Jalur Aliran (a) Jalur Aliran Tak Terputus, (b) Jalur Aliran Terputus

b) minimumkan total aliran

Gambar 2.9. menampilkan bahwa aliran beralur balik mempengaruhi panjang jalur aliran. Gambar 2.10. menunjukkan bahwa konsep aliran beralur balik tidak langsung dalam kasus pola aliran yang tidak linier. Dalam aliran *loop*, bagian harus melakukan perjalanan mengikuti arah *loop*.



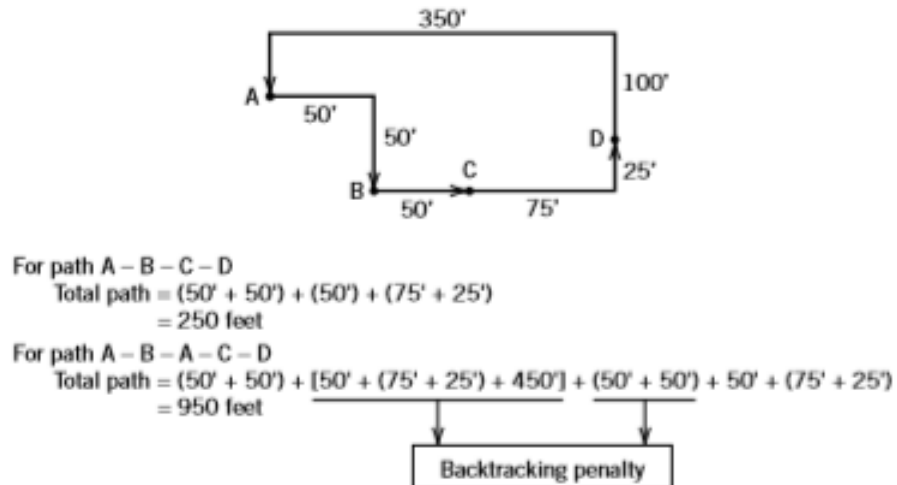
Flow path A – B – C – D
 $(50' + 50') + 50' + (75' + 25') = 250 \text{ feet}$

Flow path A – B – A – C – D
 $(50' + 50') + \underline{(50' + 50')} + \underline{(50' + 50')} + 50' + (75' + 25') = 450 \text{ feet}$

↓ ↓

Backtracking penalty

Gambar 2.9. Ilustrasi Bagaimana Aliran Beralur Balik Mempengaruhi Panjang Jalur Aliran



Gambar 2.10. Pengaruh Aliran Beralur Balik Terhadap Sistem Aliran Loop Search

c) minimumkan biaya aliran

prinsip meminimalkan biaya aliran dapat ditinjau dari beberapa perspektif, diantaranya:

- i. mengeliminasi pergerakan *material* yang tidak perlu dengan mengurangi jumlah langkah manufaktur
- ii. meminimumkan penanganan manual dengan meminimumkan jarak perjalanan
- iii. menghilangkan penanganan manual dengan mekanisasi atau otomatisasi aliran
- iv. meminimumkan penanganan *material* dengan mengurangi kepadatan.

b. Kebutuhan Area

Berdasarkan Tompkins, dkk (2010) terdapat faktor menentukan keperluan area atau ruang dalam suatu area kerja adalah area kerja operator, alat angkut *material*, dan aliran keluar masuk operator.

1) faktor area kerja operator yang perlu diperhatikan dalam merancang ruang yang diperlukan:

- area kerja dirancang guna meminimalkan waktu saat perpindahan *material handling* secara manual.
- area kerja dirancang untuk memanfaatkan mobilitas operator yang efektif dan efisien.
- area kerja harus dirancang guna operator dapat mengambil serta mengeluarkan *material* tanpa ada jangkauan yang Panjang.

- area kerja harus dirancang untuk memaksimalkan keselamatan, kenyamanan, dan produktivitas operator.
 - area kerja harus dirancang untuk meminimalkan bahaya kelelahan dan ketegangan mata.
- 2) faktor ruang untuk peralatan yang diperhatikan dalam merancang ruangan:
- peralatan
 - perpindahan mesin
 - perawatan mesin
 - pelayanan rantai produksi
- 3) faktor untuk peralatan yang diperhatikan dalam merancang ruang yang diperlukan:
- penerimaan dan penyimpanan *material* masuk
 - *holding in process material*
 - pengiriman dan penyimpanan *outbound material*
 - pengiriman dan penyimpanan limbah dan *scrap*
 - memegang alat perlengkapan *jigs, s dies*, dan perawatan *material*.

2.2.3. Macam Bentuk Tata Letak

Bentuk pengaturan tata letak disesuaikan dengan kondisi yang dijalankan oleh manufaktur. Berikut adalah macam bentuk tata letak berdasarkan kondisi manufaktur:

a. *Process Layout*

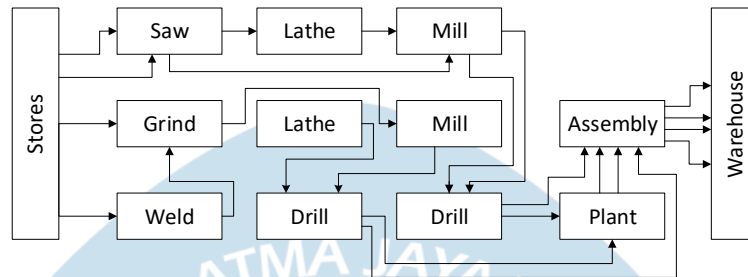
Pengaturan bentuk tata letak ini disesuaikan dengan fungsi peralatan dan mesin yang dikerjakan. Adapun beberapa pertimbangan dalam pemilihan tata letak dengan bentuk *process layout* yakni produk yang dihasilkan memiliki tipe khusus, satu mesin dapat mengerjakan lebih dari satu operasi, dan diperlukan pengawasan saat perpindahan operasi yang ditunjukkan pada Gambar 2.11.

Keuntungan :

- i. Peningkatan hasil utilisasi mesin.
- ii. Derajat tinggi dari keberadaan relatif fleksibilitas untuk peralatan atau alokasi kekuatan tenaga kerja untuk tugas spesifik.
- iii. Diperlukan investasi yang relatif rendah pada mesin
- iv. Memberi kepuasan pekerjaan bagi operator
- v. Memungkinkan ada pengawasan khusus.

Kekurangan

- i. Garis aliran yang lebih panjang membuat *material handling* lebih mahal.
- ii. Perencanaan produksi dan sistem kontrol lebih banyak terlibat.
- iii. Total waktu produksi biasanya lama.



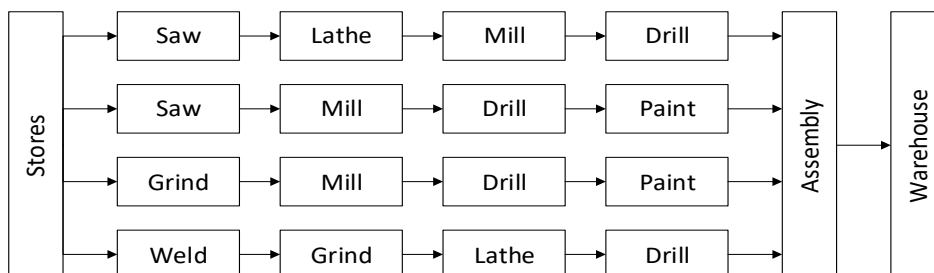
Gambar 2.11. Tata Letak Bentuk *Process Layout* (Francis, dkk, 1992)

b. *Product Layout*

Pengaturan tata letak bentuk *product layout* digunakan untuk karakteristik sistem produksi massal (*mass production*). Satu departemen mencakup proses pengerjaan satu produk. Adapun pertimbangan dalam pemilihan tata letak berbentuk *product layout* yang ditunjukkan pada Gambar 2.12. yakni memproduksi dalam jumlah besar dan memerlukan durasi siklus waktu yang panjang, satu mesin digunakan untuk satu macam proses pengerjaan komponen yang sama, dan waktu inspeksi sedikit.

Keuntungan:

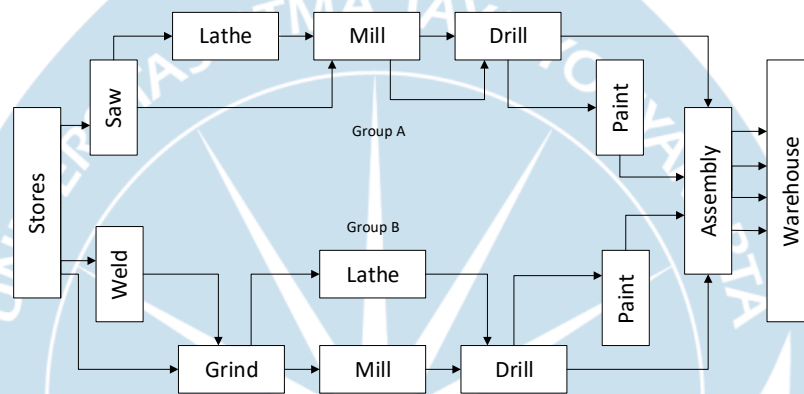
- i. Menghasilkan total waktu produksi yang pendek.
- ii. Lokasi mesin baru berguna untuk memperpendek jarak antara operasi yang berurutan serta mengurangi penggunaan *material handling*.
- iii. Lebih sedikit pemakaian *space* pada gudang sementara maupun pekerjaan transit.
- iv. Memungkinkan rencana produksi dan sistem kontrol yang sederhana.



Gambar 2.11. Tata Letak Bentuk *Product Layout* (Francis, dkk, 1992)

c. *Cellular Layout* atau *Group Technology*

Cellular Facilities Manufactur merupakan representasi dari pengelompokan komponen *part* dalam proses manufaktur yang dapat dikatakan diimplementasikan langsung pada *Group Technology* (GT). Sekumpulan komponen *part family* yang memiliki kemiripan dari segi bentuk maupun proses produksi akan diproses ke dalam kelompok mesin. Pengaturan bentuk tata letak berdasarkan pengelompokan jenis produk yang dihasilkan. Tipe *group technology* yang ditunjukkan pada Gambar 2.13. akan dikelompokkan mesin-mesin atau fasilitas yang setiap kelompok produk memiliki urutan operasi yang sama.



Gambar 2.12. Tata Letak Bentuk *Group Technology* (Francis, dkk, 1992)

d. *Hybrid Layout*

Perencanaan tata letak fasilitas *hybrid* bertujuan untuk mengatasi ekspansi dari *line production* dan peningkatan volume produksi. Penggunaan metode tersebut secara bersama-sama dengan beberapa divisi produksi campuran, misal proses dengan perakitan.

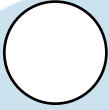
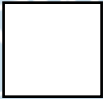
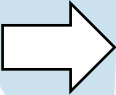
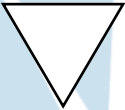
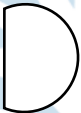
2.2.4. Operation Process Chart (OPC)

Operation Process Chart atau Peta Proses Operasi merupakan bagan proses operasi meliputi informasi tentang proses dan waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan setiap komponen yang dikutip oleh Heragu (2016). Bagan menggunakan simbol dari standarisasi *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) untuk mewakili setiap produksi aktivitas. Lima aktivitas dasar dalam manufaktur dicantumkan dengan simbol yang ditunjukkan Tabel 2.2.

Operasi dapat didefinisikan sebagai aktivitas pengerjaan pada salah satu karakteristik item. Inspeksi merupakan kegiatan pemeriksaan hasil akhir satu item jadi dan membandingkan karakteristik suatu barang dengan standar yang

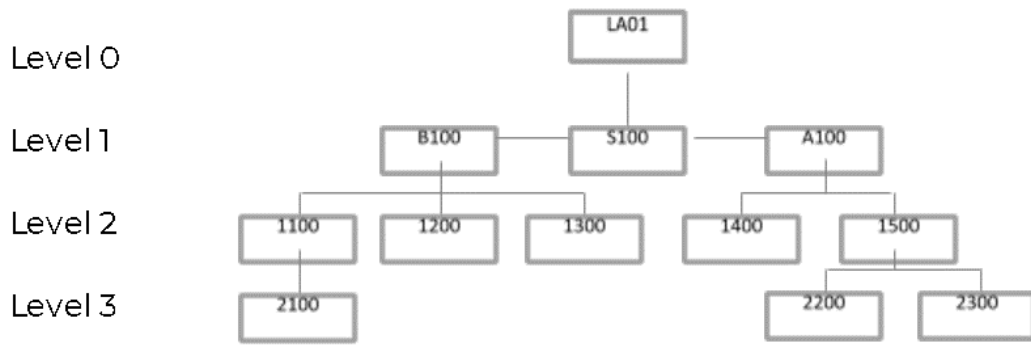
ditetapkan. Transportasi melibatkan pergerakan materi dari satu lokasi ke lokasi lain. Penyimpanan mengacu pada aktivitas Ketika tem disimpan pada tempat yang ditentukan sampai kebijakan diterima untuk memindahkan. *Delay* merupakan aktivitas menunggu untuk direncanakan tindakan selanjutnya.

Tabel 2.2. Simbol *Operation Process Chart (OPC)*

Simbol	Definisi
	Operasi
	Inspeksi
	Transportasi
	Penyimpanan
	<i>Delay</i>

2.2.5. *Bill of Materials (BOM)*

Berdasarkan kutipan Tompkins, dkk (2010) *Bill of Materials* dapat dikatakan sebagai daftar bagian terstruktur. Struktur produk melingkupi hierarki yang mengacu pada tingkat perakitan produk. Level 0 menunjukkan produk akhir. Level 1 merupakan *sub-assembly* dan komponen yang langsung ke produk akhir. Level 2 mengacu pada sub rakitan dan komponen yang berhubungan dengan level 1, dan seterusnya. *Bill of Materials* diilustrasikan dalam format pohon perakitan ditunjukkan seperti contoh Gambar 2.14.



Gambar 2.13. Bill Of Material (BOM)

2.2.6. Routing Sheets

Heragu (2016) memaparkan *routing sheets* digunakan untuk menentukan fraksi terhadap setiap mesin yang diperlukan dalam pengerjaan setiap komponen produk dengan urutan operasi dan pengerjaan mesin. Penggunaan *routing sheets* memberikan pengaturan waktu untuk setiap operasi pada waktu setup mesin dan waktu operasi. Contoh *routing sheet* ditunjukkan melalui Gambar 2.15.

Route Sheet : XYZ Machine Shop Inc.						
Part No. 081099	Part Name Shaft, generator	Planner MPGrrover	Checked by : N. Needed	Date 08/12/XX	Page 1/1	
Material 1050 H18 A1	Stock Size 60 mm dia., 206 m length	Comments :				
No.	Operation Description	Dept.	Machine	Tooling	Dept.	Std.
10	Free and (approx. 3 mm). Rough turn to 52.00 mm diam. Finish turn to 50.00 mm diam. Face and turn shoulder to 42.00 mm diam. And 15.00 mm length.	Lathe	L45	G0810	1.0 hr	5.2 min.
20	Reverse end. Face end to 2000.00 mm length. Rough turn to 52.00 mm diam. Finish turn to 50.00 mm diam.	Lathe	L45	G0810	0.7 hr	3.0 min.
30	Drill 4 radial holes 7.50 mm diam.	Drill	D09	J555	0.5 hr	3.2 min.
40	Mill 6.5 deep × 5.00 mm wide slot	Mill	M32	F662	0.7 hr	6.2 min.
50	Mill 10.00 mm wide flat, opposite side	Mill	M13	F630	1.5 hr	4.8 min.

Gambar 2.14. Routing Sheet

2.2.7. Multi Process Product Chart (MPPC)

Multi Process Product Chart atau MPPC merupakan suatu diagram bertujuan untuk menampilkan keterkaitan produksi antara komponen produk atau antar

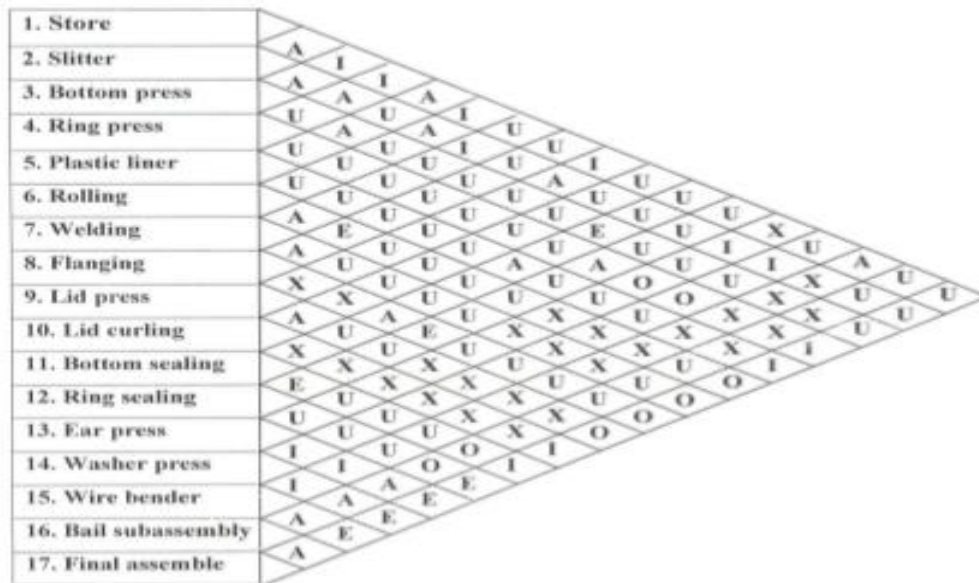
produk (Apple,1990). Maka dengan ilustrasi diagram, dapat memahami aliran produksi suatu produk secara keseluruhan yang dapat menentukan keperluan jumlah mesin yang ditunjukkan Tabel 2.3. Pembuatan MPPC adalah masukan dari *Routing Sheet* atau *Operation Process Chart* (OPC).

Tabel 2.3. Multi Process Product Chart (MPPC)

No.	Operation	silencer pipe A Assembly	silencer Pipe PD Assembly
E1	Connector weld	①	①
E2	Leakage	②	②
E3	Inner & Outer pipe weld	③	③
E4	Push ramming	④	④
E5	Shot filling	⑤	⑤
E6	CNC bending	⑥	⑥
E7	Shot removal	⑦	⑦
E8.B	Leakage	⑧	⑧
E9.D	Gauge	⑨	⑨
E10.B	FG	⑩	⑩
E8.A	Cutting of pipe	⑪	
E9.A	Grinding	⑫	
E10.A	Bush inserting	⑬	
E11.A	Drill on pipe	⑭	
E12.A	Gauge inspection	⑮	
E13.A	Welding of bush & bending pipe	⑯	
E14.A	Leakage	⑰	
E15.A	FG	⑱	

2.2.8 Activity Relationship Chart (ARC)

Diagram hubungan aktivitas menunjukkan hubungan setiap departemen, kantor, atau area layanan dengan setiap departemen dan area lainnya (Stephens dan Meyers, 2013). Hubungan setiap aktivitas dapat diketahui dari keterkaitan aliran (*material*, produksi, tenaga kerja, dan informasi). Simbol keterkaitan aktivitas ditunjukkan pada Tabel 2.4. beserta keterangan untuk memperjelas adanya hubungan aktivitas satu dengan lainnya. ARC merupakan salah satu teknik dalam menilai secara kualitatif mempertimbangkan hubungan antar departemen pada perancangan tata letak. Contoh ARC ditampilkan melalui Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Activity Relationship Chart (ARC)

Tabel 2.4. Simbol Keterkaitan Aktivitas

Simbol	Warna	Hubungan Kedekatan
A	Merah	Mutlak Berdekatan
E	Kuning	Sangat penting berdekatan
I	Hijau	Penting berdekatan
O	Biru	Cukup penting
U	Putih	Tidak penting
X	Cokelat	Tidak dikehendaki untuk berdekatan

Penentuan ARC memerlukan alasan pada setiap keterkaitan fasilitas. Pada setiap alasan dilakukan pengisian tulisan di bawah simbol ARC. Berikut alasan yang digunakan antara lain:

a. Keterkaitan Produksi

- 1) Menggunakan ruang yang sama
- 2) Menggunakan catatan yang sama
- 3) Mempergunakan peralatan yang sama
- 4) Urutan aliran kerja
- 5) Memudahkan pemindahan barang
- 6) Bising, kotor, debu, getaran, dsb.
- 7) dll.

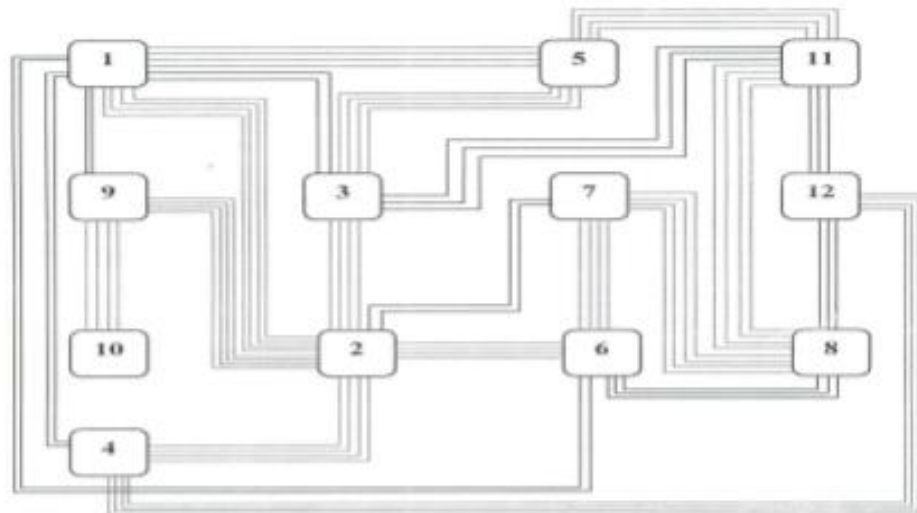
b. Keterkaitan Tenaga Kerja

- 1) Jalur perjalanan normal
- 2) Kemudahan pengawasan

- 3) Melaksanakan pekerjaan serupa
- 4) Perpindahan tenaga kerja
- 5) Gangguan tenaga kerja
- 6) Menggunakan tenaga kerja yang sama

2.2.9. Space Relationship Diagram (SRD)

Space Relationship Diagram (SRD) merupakan teknik kualitatif diagram yang mempresentasikan hubungan antar departemen dengan kesesuaian luas area masing-masing (Heragu, 2016). Ilustrasi SRD ditunjukkan pada Gambar 2.17. menggunakan blok menyesuaikan luas area departemen dengan pola garis sebagai keterangan hubungan antar departemen. Tabel 2.5. merupakan keterangan diagram keterkaitan.



Gambar 2.16. Space Relationship Diagram (SRD)

Tabel 2 5. Diagram Keterkaitan

Nilai	Hubungan Kedekatan	Gambar Garis	Keterangan Garis
A	Mutlak Berdekatan	=====	4 garis
E	Sangat Penting Berdekatan	=====	3 garis
I	Penting Berdekatan	=====	2 garis
O	Cukup Penting	=====	1 garis
U	Tidak Penting	~~~~~	Tidak ada garis
X	Tidak Dikehendaki untuk Berdekatan		Garis Bergelombang

2.2.10. From-To Chart

From-To Chart merupakan pengukuran aliran secara kuantitatif untuk menampilkan jumlah perpindahan antar departemen yang dikutip dari Tompkins, dkk (2010). Bagan *from-to chart* diilustrasikan dengan tabel 2.6. yang merupakan matriks bujur sangkar yang terdiri dari baris dan kolom nama departemen. Pembuatan *from-to chart* mengikuti urutan pengerjaan yakni:

- Buat daftar semua departemen di baris dan kolom mengikuti pola aliran keseluruhan.
- Tetapkan ukuran aliran untuk fasilitas secara akurat menunjukkan volume aliran.
- Jika memiliki perpindahan, dapat dicatat jumlah perjalanan pada bagan *from-to chart*.

Tabel 2.6. From-To Chart

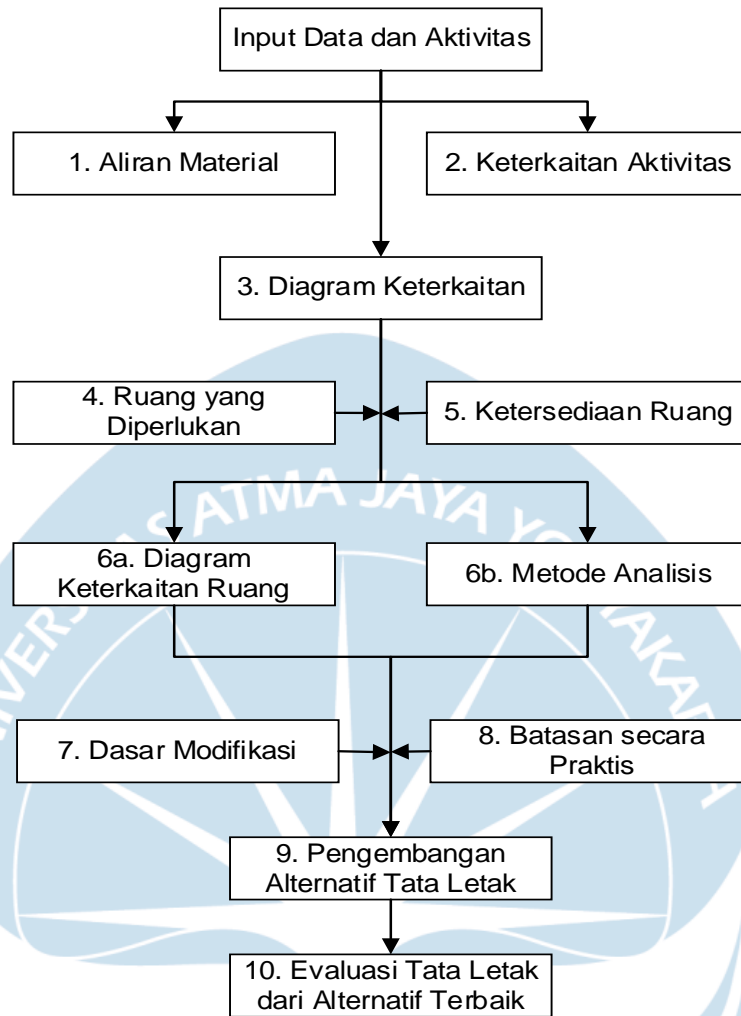
FROM \ TO	connector welding(E1)	leakage (E2)	inner & outer pipe weld(E3)	ram pushing(E4)	shot filling(E5)	onc bending(E6)	shot removing(E7)	leakage (E8.B)	gauge(E9.B)	FG(E10.B)	cutting of pipe(E8.A)	grinding(E9.A)	bush inserting(E10.A)	dilling(E11.A)	gauge(E12.A)	welding of bush & pipe(E13.A)	leakage (E14.A)	FG(E15.A)	Total
connector welding(E1)	0	8,3																	8,3
leakage (E2)		0	2																2
inner & outer pipe weld(E3)			0	14															14
ram pushing(E4)				0	4														4
shot filling(E5)					0	4													4
onc bending(E6)						0	78												78
shot removing(E7)							0	4											4
leakage (E8.B)								0	6										6
gauge(E9.B)									0	2									2
FG(E10.B)										0	6,3								6,3
cutting of pipe(E8.A)											0	3							3
grinding(E9.A)												0	1						1
bush inserting(E10.A)													0	1					1
dilling(E11.A)														0	4				4
gauge(E12.A)															0	4			4
welding of bush & pipe(E13.A)																0	10		10
leakage (E14.A)																	0	5	5
FG(E15.A)																		0	0
Total		8,3	2	14	4	4	78	4	6	2	6,3	3	1	1	4	4	10	5	156

2.2.11. Metode Systematic Layout Planning (SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) adalah metode yang memberikan alur perancangan *layout* secara sistematis dan efisien dikutip dari Francis, dkk (1992). Urutan pengerjaan metode SLP memperhatikan hubungan aktivitas yang ditunjukkan pada Gambar 2.18. Prosedur perancangan tata letak dengan menggunakan metode SLP telah dikembangkan menjadi modifikasi SLP ditunjukkan dengan Gambar 2.19. Modifikasi metode SLP terletak di bagian langkah 6 pada diagram hubungan ruang yang dapat dilakukan secara paralel menjadi langkah 6a yakni diagram keterkaitan ruang dan langkah 6b yakni metode analisis.



Gambar 2.17. Prosedur Metode *Systematic Layout Planning*



Gambar 2.18. Prosedur *Systematic Layout Planning* Modifikasi

Prosedur modifikasi SLP dalam perancangan *layout* dikerjakan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Input Data dan Aktivitas

Sebelum memasuki tahapan perancangan, perlu dilakukan memasukkan data yang dikumpulkan serta menjabarkan aktivitas. Data yang dibutuhkan meliputi produk yang dikerjakan, komponen setiap produk, proses yang dikerjakan, fasilitas mesin.

b. Aliran *Material*

Tahap awal merupakan tahapan mengamati setiap aliran operasi pengerjaan setiap komponen produk. Aliran ini menunjukkan operasi dan mesin yang digunakan. Data aliran mesin meliputi *Routing Sheets*, *Operation Process Chart*, *Multi Product Process Chart* (MPPC), dan *Material Handling Planning Sheets* (MHPS).

c. Keterkaitan Aktivitas

Tahapan ini merupakan keputusan untuk menentukan keterkaitan setiap departemen dengan mempertimbangkan kepentingan kedekatan antar departemen. Melalui *Activity Relationship Chart* (ARC) membantu mengilustrasikan keputusan prioritas keterkaitan departemen.

d. Diagram Keterkaitan Ruang

Diagram aktivitas mengilustrasikan melalui pola atau garis yang menunjukkan kedekatan setiap departemen.

e. Ruang yang diperlukan

Penentuan keperluan ruang dilakukan dengan perolehan melalui perhitungan *workreamath* dengan membutuhkan informasi jenis kelamin operator dimensi mesin dan dimensi *material* sehingga menghasilkan luas area normal area kerja. Kemudian penambahan *aisle allowance* sebagai *space* mobilitas pergerakan operator dan perpindahan barang dengan *material handling*.

f. Ketersediaan Ruang

Penggalian informasi mengenai ketersediaan dimensi ruang sebagai perancangan tata letak.

g. Diagram Keterkaitan Ruang (SRD)

Diagram Keterkaitan Ruang merupakan diagram hubungan antar departemen yang ditunjukkan dengan pola dan garis yang mewakili hubungan keterkaitan antar departemen satu dengan lainnya. Terdapat perbedaan bahwa SRD menggunakan luas area departemen yang sesuai dengan data departemen. SRD diilustrasikan dengan bujur sangkar menyesuaikan ukuran area departemen.

h. Metode Analisis

Metode analisis dapat dilakukan dengan dua cara yakni dengan metode konstruksi dan perbaikan.

i. Dasar Modifikasi

Dasar modifikasi merupakan pengambilan keputusan saat memodifikasikan atau merubah rancangan sesuai dengan keperluan. Dasar modifikasi dapat diusulkan dengan penambahan area apabila tidak mencukupi keperluan keseluruhan departemen.

j. Batasan secara Praktis

Batasan secara praktis diambil dari keterbatasan kondisi pada saat perancangan tata letak.

k. Pengembangan Alternatif Tata Letak

Pengembangan alternatif tata letak merupakan pemilihan beberapa rekomendasi alternatif tata letak.

l. Evaluasi Tata Letak dan Alternatif Terbaik

Evaluasi tata letak dan alternatif terbaik dilakukan untuk menunjukkan hasil dari pengembangan alternatif yang dipilih apakah telah sesuai dengan prinsip penyusunan *layout* atau tidak.

2.2.12. Metode Modifikasi SLP Modern

Modifikasi SLP Modern (Muther, 2015) merupakan pengembangan SLP yang lebih modern untuk kepentingan tiap departemen yang dialokasikan berdekatan dengan setiap departemen lain. *Input Data* dan masukkan ditinjau melalui P(*Product*), Q(*Quantity*), R(*Routing*), S(*Supporting Service*), dan T(*Time*). P, Q, R, S, dan T mendasari Sebagian besar perhitungan yang diperlukan untuk perencanaan tata letak. Persiapan data untuk pola SLP dimulai dengan lima elemen dasar. Analisis P-Q terkadang disebut analisis volume dan varian dari berbagai produk atau kelompok produk. P, Q, dan R dilakukan sebagai pengembangan analisis aliran bahan. Kemudian P, Q, dan S dianalisis untuk mengidentifikasi aktivitas dan hubungan layanan selain aliran. Aliran bahan atau bagan hubungan aktivitas atau hubungan tata letak digambarkan. R dan T pada dasarnya menentukan mesin dan peralatan yang dibutuhkan. S dijelaskan ke dalam berbagai fasilitas pelayanan yang dibutuhkan. Mesin dan peralatan proses serta fasilitas pelayanan kemudian dijelaskan ke dalam kebutuhan ruang. Penjelasan dari kutipan Muther terdapat empat fase dalam perencanaan *layout* ditunjukkan pada Gambar 2.20 dan Gambar 2.21. mencakupi:

a. Fase Satu: Lokasi

Menentukan lokasi area yang akan ditata. Masalah yang sering ditemukan adalah apakah tata letak baru akan berada di tempat yang sama seperti sekarang.

b. Fase Dua: *General Overall Layout*

Tahap kedua, pola aliran dasar dan area yang dialokasikan disatukan sedemikian rupa sehingga ukuran umum, hubungan, dan konfigurasi masing-masing utama didirikan.

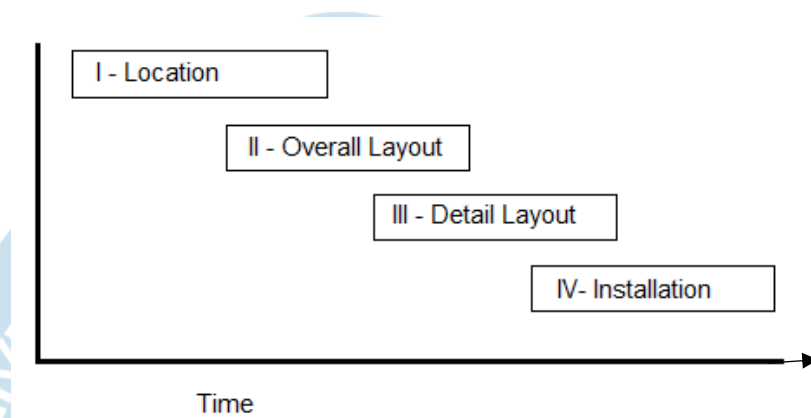
c. Fase Tiga: *Detailed Layout Plans*

Pelaksanaan tahap ketiga harus meninjau terlebih dahulu mesin dan peralatan pada area. Perencanaan detail dilakukan dengan penempatan

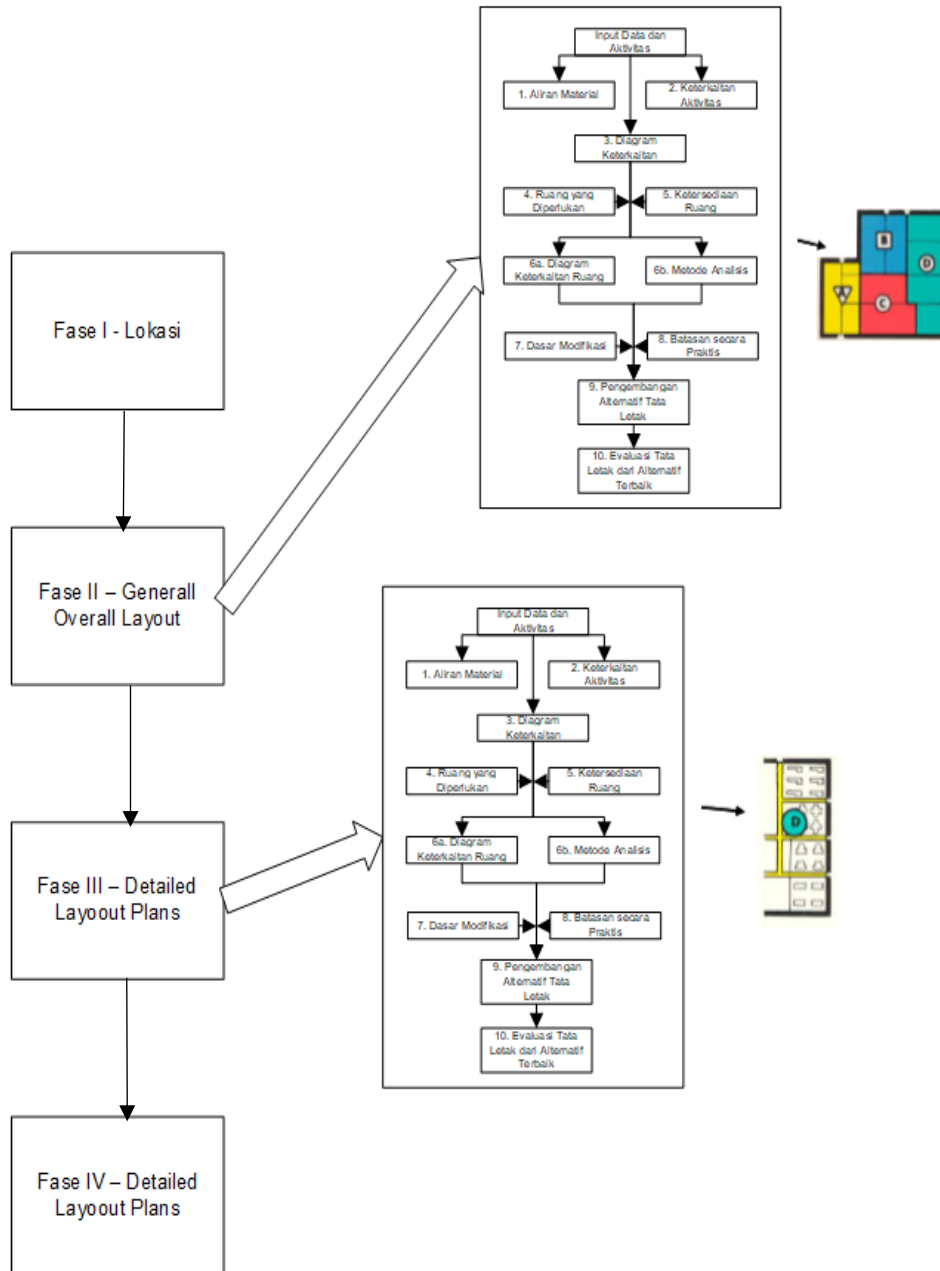
aktual setiap fitur fisik spesifik area yang akan ditata. Termasuk dengan utilisan dan layanan. Kemudian merincikan rencana tata letak berupa gambar atau lembaran sebagai replika peralatan dan mesin.

d. Fase Empat: *Installation*

Tahap keempat melaksanakan perencanaan instalasi, memperoleh persetujuan dari rencana, dan membuat perincian gerakan fisik oleh operator.



Gambar 2.20. Empat Fase dari *Systematic Layout Planning*



Gambar 2.21. Bagan Kerja dari Fase SLP Modern

2.2.13. Prosedur Perancangan Fasilitas Manufaktur

Potensi tujuan yang diharapkan mengikuti prosedur dalam merancang fasilitas menggunakan pendekatan metode Stephens & Meyers (2013) meliputi:

- a. Minimasi unit dan biaya proyek.
- b. Mengoptimasikan kualitas.
- c. Penggunaan efektif dari tenaga kerja, peralatan, space ruang, dan energi.
- d. Mengacu bagi karyawan, keamanan, dan kenyamanan.
- e. Mengendalikan biaya proyek.

- f. Menerima tanggal awal produksi.
- g. Membangun fleksibilitas dalam perencanaan.

Terdapat dua puluh empat langkah dalam mengikuti sistematik prosedur perancangan tata letak fasilitas manufaktur menurut Stephens & Meyers (2013) :

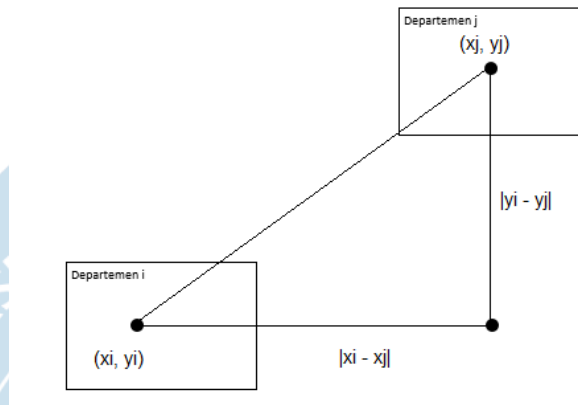
- a. Menentukan apa yang akan diproduksi.
- b. Menentukan seberapa banyak yang akan dibuat per unit dalam waktu.
- c. Menentukan part apa yang akan dibuat atau pembelian
- d. Menentukan bagaimana part akan difabrikasi
- e. Menentukan urutan dalam perakitan
- f. Menetapkan waktu standar untuk setiap operasi
- g. Menentukan waktu takt
- h. Menentukan jumlah mesin yang diperlukan
- i. Menyeimbangkan jalur perakitan atau sel kerja
- j. Pembelajaran pola aliran material untuk memperpendek jarak

Fasilitas:

- 1) *String Diagram*
 - 2) *Multi product Process Chart*
 - 3) *From To Chart*
 - 4) *Process chart*
 - 5) *Flow process chart*
 - 6) *Flow diagram*
- k. Menentukan keterkaitan aktivitas.
 - l. Layout setiap area kerja
 - m. Mengidentifikasi keperluan personal dan pelayanan plant
 - n. Mengidentifikasi keperluan kantor
 - o. Mengembangkan totap *space requirements*
 - p. Pemilihan peralatan *material handling*
 - q. Alokasi area pada keperluan *space* dan keterkaitan aktivitas
 - r. Mengembangkan rencana dan pembentukan gedung
 - s. Mengkonstruksi *master plan*
 - t. Mencari input dan menyesuaikan
 - u. Memperoleh persetujuan, saran, dan keperluan perubahan
 - v. Instalasi *layout*
 - w. Mulai produksi
 - x. Menyesuaikan keperluan dan finalisasi hasil proyek dan performansi biaya

2.2.14. Pengukuran Jarak

Sebagai estimasi penempatan fasilitas, diperlukan pengukuran jarak antar fasilitas atau area kerja dengan model perhitungan antara lain *squared euclidean*, *euclidean*, dan *rectilinear* dalam Heragu (2016). Tampilan pengukuran jarak dapat dilihat dari Gambar 2.22.



Gambar 2.22. Tampilan Pengukuran Jarak (Heragu, 2016)

a. *Squared Euclidean*

Squared Euclidean merupakan metrik dengan cara menetapkan bobot yang lebih besar untuk pasangan area kerja yang jauh daripada yang berada di dekatnya. Adanya sedikit relatif dalam mengaplikasikan metrik jarak *squared euclidean*, namun memberikan alternatif cara dalam permasalahan lokasi penempatan. Rumus pengukuran jarak dengan model *squared euclidean* dilihat di Rumus 2.1.

Keterangan:

x_i merupakan koordinat horisontal titik tengah area kerja i

y_i merupakan koordinat vertikal titik tengah area kerja i

x_j merupakan koordinat horisontal titik tengah area kerja j

y_j merupakan koordinat vertikal titik tengah area kerja j

d_{ij} merupakan koordinat titik tengah dari area kerja i dan j

$$d_{ij} = |x_i - x_j|^2 + |y_i - y_j|^2 \quad (2.1)$$

b. *Euclidean*

Metrik *Euclidean* merupakan cara pengukuran kedekatan jarak dengan garis lurus antara pusat area kerja. Beberapa kasus, pengukuran tersebut yang paling umum digunakan karena menetapkan jarak terpendek antara dua titik adalah batas

bawah pada jarak sehingga mudah dicontoh. Metrik *euclidean* memiliki aplikasi untuk model konveyor tertentu, jaringan distribusi dan transportasi. Rumus pengukuran jarak dengan model *euclidean* dilihat di Rumus 2.2.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.2)$$

c. *Rectilinear*

Metrik *Rectilinear* merupakan model perhitungan kedekatan jarak dari pusat area kerja satu dengan area kerja lainnya. Model *rectilinear* disebut juga metrik persegi panjang. Rumus pengukuran jarak dengan model *rectilinear* dilihat di Rumus 2.3.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (2.3)$$

2.2.15. Metode Komputasi

Dilansir dari kutipan Tompkins, dkk (2010) berbagai metode pilihan sebagai memperoleh hasil perbaikan tata letak sesuai dengan kasus dan kebutuhan sebagai berikut:

a. BLOCPLAN

Program *software* BLOCPLAN merupakan program dapat mengembangkan tata letak satu lantai atau bertingkat dan memiliki sejumlah fitur yang berguna. Membantu dalam penyelesaian sejumlah heuristik algoritma untuk memecahkan masalah tata letak dan dapat menangani data kualitatif. Ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data produk. BLOCPLAN memberikan banyak kesempatan untuk melihat dan mengubah data. BLOCPLAN merupakan algoritma konstruksi untuk menemukan tata letak yang diinginkan. Pengguna juga dapat memasukkan departemen secara manual beserta luas departemen. Kemudian pengguna memasukkan hubungan keterkaitan antar departemen. Algoritma tata letak acak menghasilkan tata letak tanpa mempertimbangkan aliran atau interaksi antar departemen. Kemudian, menentukan alternatif tata letak dapat dilakukan maksimal 20 kali. Selesai memperoleh alternatif terbaik tata letak dan skor, selanjutnya dapat dianalisis dari panjang dan lebar yang ditentukan oleh tata letak yang terpilih. Algoritma membangkitkan tata letak dapat diklasifikasikan menurut tujuannya. Adapun tujuan dasar yakni untuk memaksimalkan skor kedekatan diantara departemen (*Closeness Ratings*). Model matematis untuk menunjukkan fungsi tujuan dari pembangkitan konstruksi dapat ditunjukkan formulasi pada Rumus 2.4.

$$Max z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij}x_{ij} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$x_{ij} = 1$; jika departemen i dan j berdekatan (berbatasan)

$= 0$; jika tidak berdekatan

f_{ij} = *flow* antara departemen i ke departemen j yang berdekatan di *layout*

z = nilai kedekatan (*adjacency score*)

b. CRAFT

Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) merupakan algoritma perbaikan tata letak yang mewakili tata letak sebenarnya dari fasilitas yang ada (Tompkins, dkk, 2010). Masukan data CRAFT adalah hasil *from-to chart* dan *initial layout* dari seluruh departemen. Cara kerja CRAFT dimulai dengan menentukan titik pusat departemen pada *layout* awal. Kemudian menghitung jarak bujur sangkar antara pasangan titik pusat departemen. Nilai jarak antar departemen akan disimpan dalam bentuk matriks. Biaya tata letak awal ditentukan dengan mengalikan setiap entri dalam bagan *from-to* dengan entri yang sesuai dalam matriks biaya unit. Salah satu keunggulan CRAFT adalah dapat mengambil tata letak awal dengan akurasi yang layak. Keunggulan CRAFT berasal dari kemampuan untuk mengakomodasi departemen non pesergi panjang.

Secara matematis, tujuan dasar perbaikan yakni meminimalkan hasil perkalian aliran, biaya, dan jarak dapat ditulis ditunjukkan pada Rumus 2.5. Berdasarkan objektif jarak (*distance-based objective*), fungsi z menunjukkan biaya per unit waktu untuk perpindahan, m menunjukkan jumlah departemen, f_{ij} menunjukkan aliran dari departemen i ke departemen j, c_{ij} menunjukkan biaya perpindahan dari departemen i ke j, d_{ij} merupakan jarak departemen i ke j.

$$Min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij}c_{ij}d_{ij} \quad (2.5)$$

Langkah menggunakan program *software* CRAFT melalui WinQsb 2.0

- a. Membuka *software* WinQsb 2.0.
- b. Pilih opsi *Facilities Location and Layout* selanjutnya akan menampilkan seperti pada Gambar 2.23.

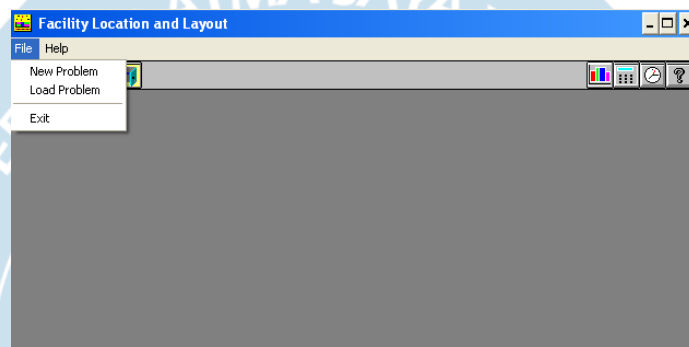
Facility Location and Layout

Version 2.00
Copyright © Yih-Long Chang

Licensed to: atma
Company: atma

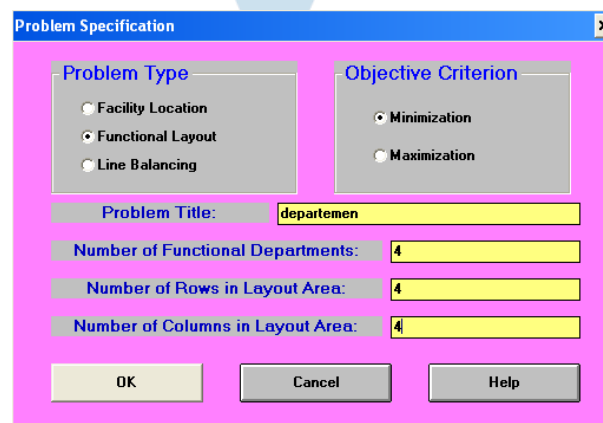
Gambar 2.23. Tampilan *Facilities Location and Layout*

- c. Pilih *File*, kemudian pilih *New Problem*



Gambar 2.24. Tampilan untuk Membuka *File*

- d. Muncul tampilan *Problem Specification* ditunjukkan pada Gambar 2.25, pilih opsi *Functional Layout* sebagai *Problem Type*. Kemudian pilih *minimization* sebagai kriteria objektif. Lengkapi dengan pengisian *Problem Title*, *Number of Functional Departments*, *Number of Rows in Layout Area*, *Number of Columns in Layout Area*. Jika sudah lengkapi, selanjutnya klik ok untuk langkah berikutnya



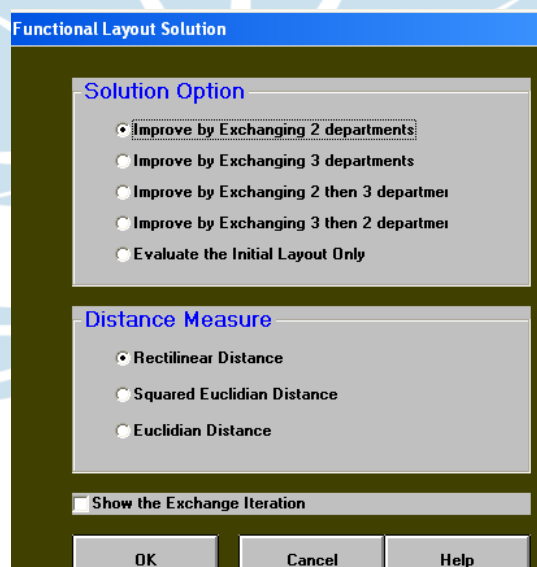
Gambar 2. 9. Tampilan *Problem Specification*

- e. Masukkan data *From-To* pada tabel matriks *Flow/Unit Cost* yang ditampilkan pada Gambar 2.19. Isi *Initial Layout* pada lokasi sel sesuai dengan analisis konstruksi pada tiap departemen seperti Gambar 2.26.

Department Number	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., {3,5}, {1,1}-{2,4}]
1	2		6	{1,1}-{2,2}
2				{3,3}-{4,4}
3	3			{1,3}-{2,4}
4			5	{3,1}-{4,2}

Gambar 2.26. Tampilan *Functional Layout*

- f. Klik toolbar pada *Solve and Analyze*, kemudian pilih *Solve the Problem*.
 g. Muncul *Functional Layout Solution* dengan beberapa opsi *Solution* dan pengukuran jarak.



Gambar 2.27. Tampilan *Functional Layout Solution*

- h. Muncul hasil *initial layout* pada Gambar 2.28.

Initial Layout for departemen				
r \ c	1	2	3	4
1	1	1	3	3
2	1	1	3	3
3	4	4	2	2
4	4	4	2	2
Total Cost =26 (Rectilinear Dist)				

Gambar 2.28. Tampilan *Initial Layout* CRAFT

- i. Apabila ingin mengetahui seberapa banyak iterasi dan perolehan total cost terendah dengan klik *toolbar* seperti. Muncul perolehan hasil iterasi dan total cost terendah seperti Gambar 2.30.



Gambar 2.29. *Toolbar* Iterasi

- j. Muncul hasil *layout* akhir setelah melakukan iterasi sebanyak 1 kali ditunjukkan pada Gambar 2.31.

Final Layout After 1 Iteration for departemen				
r \ c	1	2	3	4
1	4	4	3	3
2	4	4	3	3
3	1	1	2	2
4	1	1	2	2
Total Cost =22 (Rectilinear Dist)				

Gambar 2.30. *Toolbar* Iterasi Pertama