

Tugas Akhir

**PERANCANGAN DAN ANALISIS TATA LETAK FASILITAS UNTUK
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PT XYZ**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



OLEH:

RIANDY WIRIADINATA

D071181001

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

PERANCANGAN DAN ANALISIS TATA LETAK FASILITAS UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PT XYZ

Disusun Oleh:

RIANDY WIRIADINATA
D071181001

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Gowa, 27 Oktober 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



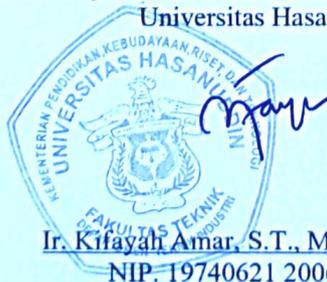
Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng.
NIP. 19660128 199103 2 003



Ir. A. Besse Riyani Indah, S.T., M.T., IPM
NIP. 19891201 201903 2 013

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU
NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Riandy Wiriadinata

NIM : D071181001

Program Studi : Teknik Industri

Jenjang : S1

Judul Skripsi : Perancangan dan Analisis Tata Letak Fasilitas untuk
Peningkatan Produktivitas PT XYZ

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan orang lain sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, 27 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Riandy Wiriadinata

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hikmat yang diberikan-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini yang berjudul “Perancangan dan Analisis Tata Letak Fasilitas untuk Peningkatan Produktivitas PT XYZ” sebagai salah satu prasyarat dalam memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang senantiasa membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, khususnya kepada:

1. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu dan nasihat selama berkuliah.
2. Keluarga yang selalu memberikan dorongan, dukungan, dan semangat.
3. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Tak ada gading yang tak retak, demikian pula pada laporan ini tidaklah sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Makassar, Oktober 2022

Penulis

ABSTRAK

Dalam sebuah industri sekitar 20-50% total biaya operasi berasal dari biaya *material handling*. Hal ini menunjukkan pentingnya penanganan *material handling* yang optimal sehingga biaya yang terjadi dapat direduksi hingga titik optimum. Besarnya biaya *material handling* dipengaruhi oleh jarak antar departemen yang berjauhan sehingga aliran material tidak lancar dan terjadi perpindahan berulang. PT XYZ merupakan suatu industri yang bergerak dalam bidang produksi *gelato*. Penempatan fasilitas-fasilitas produksi yang tidak beraturan menciptakan perpindahan yang besar selama kegiatan produksi.

Mengatasi permasalahan tersebut pada penelitian ini digunakan metode *Simplified Systematic Layout Planning* (*Simplified SLP*). Metode ini mempertimbangkan mulai dari ukuran, jarak, dan parameter lain yang terlibat selama kegiatan produksi untuk mencapai kelancaran aliran produksi. Dengan melakukan *brainstorming* dengan *supervisor* lapangan yang mengetahui keseluruhan proses produksi akan dihasilkan rancangan tata letak baru yang lebih produktif. Di samping itu digunakan *software* Arena Simulation untuk melakukan validasi perbandingan antara *layout* awal dengan *layout* baru.

Implementasi perancangan tata letak baru dengan menggunakan metode *Simplified SLP* menghasilkan perpindahan total sebesar 1006.51 meter yang sebelumnya sebesar 1199.23 meter pada *layout* awal. Memasukkan elemen biaya pada jarak perpindahan tersebut diperoleh biaya sebesar Rp1,468,769.85 pada *layout* menggunakan *Simplified SLP*, sedangkan *layout* awal sebesar Rp1,750,000.36. Penggunaan *software* Arena Simulation menghasilkan waktu siklus menggunakan *layout* baru sebesar 3437.86 detik dimana sebelumnya pada *layout* awal sebesar 3441.26 detik. Penggunaan waktu ini jika dikalkulasi dengan biaya tenaga kerja diperoleh pengeluaran biaya tenaga kerja per siklusnya pada *layout* baru sebesar 1,790,625.00 yang sebelumnya pada *layout* awal sebesar Rp1,792,187.50

Kata kunci: *Systematic Layout Planning*, *Simplified Systematic Layout Planning*, perpindahan material, Arena Simulation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Produktivitas.....	6
2.2 Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik	7
2.3 Tujuan Perancangan Tata Letak.....	8
2.4 Tipe-Tipe Tata Letak.....	9
2.5 <i>Material Handling</i>	10
2.6 Tujuan <i>Material Handling</i>	11
2.7 Pengukuran Jarak	12
2.8 Metode Perancangan Tata Letak.....	15
2.8.1 <i>Apple's Plant Layout Procedure</i>	15

2.8.2	<i>Reed's Plant Layout Procedure</i>	17
2.8.3	<i>Muther's Systematic Layout Planning (SLP) Procedure</i>	18
2.9	<i>Systematic Layout Planning</i>	21
2.9.1	<i>Flow of Material</i>	23
2.9.2	<i>Activity Relationship Chart (ARC)</i>	27
2.9.3	<i>Activity Relationship Diagram (ARD)</i>	29
2.9.4	<i>Space Requirements</i>	31
2.9.5	<i>Space Relationship Diagram</i>	33
2.10	<i>Simplified Systematic Layout Planning</i>	34
2.11	<i>Arena Simulation</i>	35
2.12	Penelitian Terdahulu	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1	Objek dan Waktu Penelitian.....	40
3.2	Data Penelitian	40
3.3	Metode Pengumpulan Data	41
3.4	Metode Analisis Data	41
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian	42
3.6	Kerangka Pikir.....	43
BAB IV PENGOLAHAN DATA		45
4.1	Gambaran Umum Perusahaan.....	45
4.2	<i>Layout</i> Awal	46
4.3	Proses Produksi	52
4.4	Perhitungan Perpindahan pada <i>Layout</i> Awal	53

4.5	Perhitungan Biaya Perpindahan <i>Layout</i> Awal	60
4.6	<i>Simplified Systematic Layout Planning</i>	61
4.7	Perhitungan Perpindahan pada <i>Layout</i> Baru	72
4.8	Perhitungan Biaya Perpindahan <i>Layout</i> Baru	74
4.9	Perbandingan <i>Layout</i> Awal dan <i>Layout</i> Baru	74
4.10	Analisis Arena Simulation	77
BAB V PEMBAHASAN		81
5.1	<i>Layout</i> Awal	81
5.2	<i>Simplified Systematic Layout Planning</i>	83
5.3	<i>Layout</i> Baru	86
5.4	Arena Simulation	87
BAB VI PENUTUP		89
6.1	Kesimpulan	89
6.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN		94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol <i>Process Chart</i>	26
Tabel 2.2 Tingkat Hubungan dan Alasan ARC	28
Tabel 4.1 Ukuran Fasilitas pada <i>Production Room</i>	51
Tabel 4.2 <i>From to Chart</i> Antar Departemen.....	54
Tabel 4.3 <i>From to Chart</i> pada <i>Production Room</i>	59
Tabel 4.4 Perhitungan Total Perpindahan.....	60
Tabel 4.5 Kode Alasan ARC.....	62
Tabel 4.6 <i>Space Requirements</i>	62
Tabel 4.7 Kode Alasan ARC pada <i>Production Room</i>	67
Tabel 4.8 <i>Space Requirements</i> pada <i>Production Room</i>	67
Tabel 4.9 Perpindahan Antar departemen <i>Layout</i> Baru.....	72
Tabel 4.10 Perpindahan pada <i>Production Room Layout</i> Baru.....	73
Tabel 4.11 Perpindahan Total Menggunakan <i>Layout</i> Baru	74
Tabel 4.12 Perbandingan <i>Layout</i>	76
Tabel 4.13 Durasi Fasilitas.....	77
Tabel 4.14 Ringkasan Simulasi.....	80
Tabel 4.15 Perbandingan Biaya Tenaga Kerja.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Aisle Distance</i>	14
Gambar 2.2 <i>Layout Planning Chart</i>	18
Gambar 2.3 <i>Framework SLP</i>	20
Gambar 2.4 <i>The SLP Pattern of Procedures</i>	23
Gambar 2.5 Contoh <i>Operation Chart</i>	24
Gambar 2.6 Contoh <i>Process Chart</i>	26
Gambar 2.7 <i>Activity Relationship Chart</i>	27
Gambar 2.8 Tingkat Hubungan dan Alasan pada ARC	28
Gambar 2.9 Penggunaan Tanda dalam ARD	29
Gambar 2.10 Tahapan ARD	31
Gambar 2.11 Contoh <i>Space Relationship Diagram</i>	33
Gambar 2.12 Prosedur <i>Simplified SLP</i>	35
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	42
Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian	43
Gambar 4.1 Tata Letak Awal PT XYZ	46
Gambar 4.2 Tempat Pencucian (<i>Sink</i>)	47
Gambar 4.3 <i>Mini Blast Freezer</i>	47
Gambar 4.4 <i>Gelato Maker</i>	48
Gambar 4.5 <i>Pasteurizer Machine</i>	48
Gambar 4.6 <i>Chiller</i>	49
Gambar 4.7 Lemari Perlengkapan	49
Gambar 4.8 Meja <i>Prepare</i>	49

Gambar 4.9 <i>Mixer</i>	50
Gambar 4.10 <i>Large Blast Freezer</i>	50
Gambar 4.11 <i>Ice Cream Cabinet</i>	51
Gambar 4.12 Perpindahan Antar Departemen	54
Gambar 4.13 Perpindahan pada <i>Production Room</i>	55
Gambar 4.14 Perpindahan pada <i>Production Room</i>	56
Gambar 4.15 Perpindahan pada <i>Production Room</i>	56
Gambar 4.16 Perpindahan pada <i>Production Room</i>	57
Gambar 4.17 Perpindahan pada <i>Production Room</i>	57
Gambar 4.18 Perpindahan pada <i>Production Room</i>	58
Gambar 4.19 <i>Activity Relationship Diagram Simplified SLP</i>	61
Gambar 4.20 <i>Activity Relationships Diagram</i>	63
Gambar 4.21 <i>Space Relationship Layout</i> Alternatif A.....	64
Gambar 4.22 <i>Space Relationship Layout</i> Alternatif B.....	64
Gambar 4.23 Evaluasi Alternatif <i>Layout</i>	65
Gambar 4.24 ARC pada <i>Production Room</i>	66
Gambar 4.25 <i>Activity Relationships Diagram</i> pada <i>Production Room</i>	68
Gambar 4.26 <i>Space Relationship Layout</i> Alternatif A pada <i>Production Room</i>	69
Gambar 4.27 <i>Space Relationship Layout</i> Alternatif B pada <i>Production Room</i>	69
Gambar 4.28 Evaluasi Alternatif <i>Layout</i> pada <i>Production Room</i>	70
Gambar 4.29 <i>Detailed Layout</i> Terpilih PT XYZ	71
Gambar 4.30 Perbandingan <i>Layout</i>	75
Gambar 4.31 Model Simulasi pada Arena Simulation.....	78

Gambar 4.32 Hasil Simulasi *Layout* Awal..... 79

Gambar 4.33 Hasil Simulasi *Layout* Baru..... 79



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu produk melalui serangkaian proses penambahan nilai hingga akhirnya menjadi *valuable* dan dapat dipasarkan. Pada proses penambahan nilai tambah ini produk akan berpindah dari satu stasiun ke stasiun lainnya pada rantai produksi (manufaktur). Perpindahan material (*material movement*) ini dapat dilakukan secara manual maupun dengan menggunakan teknologi tertentu. Berbicara soal perpindahan, maka pembahasan tidak akan luput dari jarak perpindahan, waktu yang dibutuhkan dalam perpindahan, dan biaya yang terjadi akibatnya. Ketiga hal ini mempengaruhi produk akhir baik itu dari segi produktivitas maupun harga produk.

Tata letak pabrik (*plant layout*) atau dikenal juga sebagai tata letak fasilitas (*facilities layout*) merupakan pengaturan fasilitas fisik perusahaan yang terdiri dari berbagai elemen seperti peralatan, mesin, pusat kerja, susunan departemen, dan sebagainya, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan segala sumber daya (Stephens & Meyers, 2013). Dari definisi tersebut diketahui bahwa tata letak pabrik menentukan jarak, waktu, dan biaya perpindahan material selama proses produksi. Perancangan fasilitas (*facility design*) merupakan aktivitas yang mencakup pemilihan lokasi, desain bangunan tata letak pabrik (*plant layout*), dan penanganan material (*material handling*) dari suatu pabrik (Stephens & Meyers, 2013). Perancangan tata letak fasilitas bukanlah hal yang sederhana, namun terdapat hal-hal detail yang

perlu diperhatikan dalam menghasilkan aliran produksi yang lancar dan optimal berdasarkan batasan-batasan yang terjadi. Sekitar 20-50% total biaya operasi berasal dari biaya *material handling*. Tak heran jika harga pokok suatu produk menjulang tinggi akibat biaya perpindahan material yang tinggi. Implementasi perancangan fasilitas terbukti mampu mereduksi total biaya operasi hingga 30% (Tompkins *et al.*, 2010). Dari sini dapat dilihat untuk dapat mereduksi biaya operasi dapat dilakukan perancangan fasilitas yang lebih efisien pada suatu pabrik.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pada PT XYZ, sebuah industri yang bergerak dalam produksi *gelato*. Jarak tempuh perpindahan material yang berjauhan dan kurang beraturan menyebabkan perpindahan berulang yang sebenarnya tidak perlu terjadi. Mengatasi permasalahan ini dilakukan perancangan ulang tata letak dengan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) yang prosedurnya menggunakan berbagai grafik dan diagram sehingga memudahkan *designer* dan *owner* dalam merancang tata letak yang lebih optimal, terkhusus pada kelancaran perpindahan material. Metode ini terbukti mampu meningkatkan produktivitas pada penelitian yang dilakukan Suhardini *et al.* (2017) dimana kapasitas produksi meningkat sebesar 37.5%, biaya perpindahan tereduksi sebesar 10.98%, dan penggunaan waktu produksi terpenuhi sebesar 142.53 jam dari 192 jam. Melalui perancangan tata letak menggunakan metode SLP pada PT XYZ ini diharapkan mampu menghasilkan tata letak fasilitas yang optimal sehingga meningkatkan produktivitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diangkat adalah “Bagaimana rancangan *layout* yang mampu meningkatkan produktivitas di PT XYZ dengan menggunakan metode *Systematic Layout Planning (SLP)*?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah sebagai berikut.

- a. Menganalisis perpindahan dan biaya perpindahan pada tata letak fasilitas yang saat ini digunakan PT XYZ.
- b. Menganalisis perpindahan dan biaya perpindahan pada rancangan tata letak fasilitas PT XYZ menggunakan metode *Systematic Layout Planning*.
- c. Membandingkan produktivitas dari segi total perpindahan dan biaya perpindahan antara tata letak awal dengan rancangan tata letak menggunakan metode *Systematic Layout Planning*.
- d. Menganalisis dan membandingkan waktu siklus dan biaya yang terjadi akibatnya menggunakan *Arena Simulation* antara tata letak awal dengan rancangan tata letak menggunakan metode *Systematic Layout Planning*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi, antara lain:

a. Bagi Mahasiswa

Penelitian memberikan pengetahuan kepada mahasiswa khususnya dalam penerapan ilmu perancangan tata letak fasilitas pabrik.

b. Bagi Akademik

Penelitian ini menjalin kerjasama dalam bidang pengembangan teknologi dengan pihak perusahaan dalam hal ini Universitas Hasanuddin serta menjadi referensi/rujukan penelitian sejenis.

c. Pihak Perusahaan

Penelitian ini memberikan usulan tata letak fasilitas yang lebih optimal sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktivitas dan mereduksi biaya melalui implementasi usulan tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab kedua berisi penjelasan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan penelitian dan membantu dalam pemahaman pengolahan serta analisis data. Referensi yang digunakan berasal dari berbagai literatur seperti buku, jurnal, dan artikel.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga berisi tentang waktu dan tempat penelitian dilakukan, subjek dan objek penelitian, data penelitian (jenis data dan metode pengambilan data), *flowchart* penelitian, dan kerangka penelitian.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Bab keempat berisikan pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode yang telah dikembangkan pada bab sebelumnya.

BAB V PEMBAHASAN

Bab kelima membahas terkait penjelasan dan pembahasan lebih lanjut atas pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB VI PENUTUP

Bab keenam berisi kesimpulan yang dapat ditarik atas penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat diberikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produktivitas

Kata “produktivitas” merupakan kata yang paling sering muncul ketika berbicara pada lingkup perindustrian. Secara umum, produktivitas merupakan perbandingan antara *inputs* (masukan) dengan *outputs* (keluaran) pada suatu perusahaan. Chatfield (2020) memberikan beberapa definisi mengenai produktivitas, yaitu:

- a. Produktivitas adalah ukuran seberapa banyak masukan yang dihasilkan yang memberikan keluaran atau dengan kata lain rasio antara keluaran dengan masukan.
- b. Produktivitas adalah perbandingan antara sejumlah hasil dan sejumlah sumber daya yang digunakan pada produksi. Sumber daya dapat berupa kombinasi dari berbagai material, mesin, sumber daya manusia, dan ruang.

Ditinjau dari sisi yang lain, produktivitas erat kaitannya dengan penciptaan nilai. Produktivitas yang tinggi dapat diperoleh ketika segala aktivitas dan sumber daya yang dimiliki perusahaan mampu melalui proses transformasi penambahan nilai ke produk yang dihasilkan (Tangen, 2002). Dengan kata lain efisiensi dan efektivitas selama kegiatan produksi berlangsung hingga suatu produk dihasilkan memegang peranan penting dalam produktivitas suatu kegiatan produksi.

2.2 Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Pabrik merupakan suatu bangunan industri dimana pekerja memproduksi benda atau mengawasi proses mesin dari suatu produk menjadi produk lain, sehingga mendapatkan nilai tambah. Dalam Bahasa Inggris pabrik dikenal sebagai “*factory*” yang artinya menurut *Cambridge Dictionary* adalah sebuah bangunan dimana barang dalam jumlah besar dibuat menggunakan mesin. Pabrik dapat dimengerti sebagai setiap tempat sumber daya seperti manusia, material, modal, mesin, peralatan, energi, informasi, dan sumber daya alam (Fariyanto, 2010). Seluruh sumber daya ini selanjutnya secara bersama-sama dikelola dalam sistem produksi untuk menghasilkan suatu produk dengan nilai tambah.

Suatu pabrik sudah pasti memiliki suatu tata letak fasilitas yang telah dirancang sedemikian rupa sehingga mampu mengakomodasi kegiatan produksi. Tata letak fasilitas (*facility layout*) sendiri merupakan susunan mesin, proses, departemen, tempat kerja, area penyimpanan, gang, dan fasilitas umum yang ada. Lebih detil lagi ada yang dikenal sebagai tata letak (*layout*) yang merupakan susunan departemen, tempat kerja dan peralatan, dengan perhatian utama gerakan kerja (pelanggan atau material) melalui sistem (Russell & Taylor, 2011). Pada dasarnya tata letak fasilitas dan tata letak merupakan hal yang sama dan mungkin sulit untuk dibedakan. Keduanya pun memang sama hanya saja tata letak cenderung membahas lebih detil lagi mengenai pergerakan yang terjadi di dalam sistem.

Tata letak suatu pabrik tentunya tidak ditentukan serta merta, tetapi diperlukan rancangan yang kemudian disebut sebagai perencanaan tata letak fasilitas atau juga dikenal sebagai perancangan tata letak fasilitas. Perencanaan tata letak atau dikenal juga sebagai *facilities planning* berfokus pada desain, tata letak (*layout*), lokasi, dan akomodasi orang, mesin-mesin, dan kegiatan dari sistem manufaktur/jasa yang menyangkut lingkungan yang bersifat fisik (Garcia-Diaz & Smith, 2014).

Menggabungkan seluruh pengertian yang telah dijabarkan di atas, maka perancangan tata letak fasilitas pabrik merupakan pengaturan fasilitas fisik yang dimiliki pabrik seperti susunan departemen, peralatan, mesin-mesin, dan sebagainya dengan tujuan untuk menciptakan kegiatan produksi yang efektif dan efisien (produktif). Pengertian perancangan tata letak secara sederhana menurut Kulkarni *et al.* (2015) adalah pengaturan segala fasilitas yang diperlukan pada area tertentu pada pabrik.

2.3 Tujuan Perancangan Tata Letak

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak pabrik ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi aman, dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan dari operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi. Stephens & Meyers (2013) menyebutkan keuntungan tersebut diperoleh karena perancangan tata letak fasilitas berusaha mencapai tujuan sebagai berikut.

a. Meminimasi biaya *unit* dan proyek.

- b. Mengoptimasi kualitas.
- c. Meningkatkan efektivitas dari penggunaan manusia, peralatan, dan energi.
- d. Menyediakan kenyamanan dan keamanan bagi karyawan/pekerja.
- e. Mengendalikan biaya proyek.
- f. Mencapai jadwal mulai produksi.
- g. Membangun fleksibilitas dalam rencana.
- h. Mengurangi atau mengeliminasi kelebihan persediaan (*inventory*).
- i. Mencapai tujuan yang bermacam-macam.

2.4 Tipe-Tipe Tata Letak

Terdapat bermacam-macam jenis sistem manufaktur sehingga dalam penentuan tata letak pabrik juga bermacam-macam. Berikut merupakan tipe dasar tata letak pabrik berdasarkan aliran sistem menurut Tompkins *et al.* (2010), yaitu:

a. *Production Line Departments*

Peletakan departemen pada aliran material jenis ini mengikuti urutan proses produksi. Material berpindah dari satu stasiun kerja ke stasiun lainnya dengan jarak yang sangat dekat. Aliran yang baik seperti ini akan menghasilkan volume produksi yang tinggi dan variasi produk yang kecil.

Product line departments ini lebih dikenal sebagai *product layouts*.

b. *Fixed Materials Location Departments*

Jenis ini sangat berbeda dengan tiga jenis lainnya. Jika *layouts* yang lain material bergerak menuju stasiun kerja, pada *layout* ini stasiun kerja yang bergerak ke material. Contoh produk yang menggunakan *layout* ini adalah

produksi helikopter, kapal, dan kebanyakan proyek pembangunan. Ciri khas dari *layout* ini adalah produk yang dihasilkan berukuran sangat besar atau *bulky*.

c. *Product Family Departments*

Layout ini menggabungkan (*grouping*) stasiun kerja untuk menghasilkan suatu *part*. *Parts* yang memiliki kesamaan urutan proses, bentuk, komposisi material, *tools* yang digunakan, *handling*/penyimpanan/kontrol akan dibentuk *product families* di mana berisi beberapa stasiun kerja.

d. *Process Departments*

Process departments layout diperoleh dengan mengelompokkan proses yang serupa dan menempatkan masing-masing departemen proses relatif satu sama lain berdasarkan aliran antar departemen. Biasanya, terdapat aliran antar departemen yang tinggi dan sedikit aliran intradepartemen. Tata letak seperti itu disebut sebagai *process layout*, atau *job shop layout*, dan digunakan ketika volume aktivitas untuk masing-masing bagian atau kelompok bagian tidak cukup untuk diakomodir dengan *product layout* atau *group layout*.

2.5 *Material Handling*

Penanganan material atau pemindahan material (*material handling*) adalah proses pemindahan material yang tepat ke tempat yang tepat, waktu yang tepat, kuantitas yang tepat, pada urutan dan posisi yang tepat atau kondisi untuk meminimasi *production costs* (Stephens & Meyers, 2013). Material memiliki dimensi, sifat, dan berat yang berbeda-beda sehingga

diperlukan peralatan maupun pengaturan rute yang tepat dalam menangani perpindahan material tersebut.

2.6 Tujuan *Material Handling*

Tujuan kegiatan pemindahan bahan (*material handling*) menurut Stephens & Meyers (2013) di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur atau meningkatkan kualitas produk, mereduksi kerusakan, dan menjamin perlindungan material.
- b. Meningkatkan keamanan dan kondisi kerja.
- c. Meningkatkan produktivitas dengan cara:
 - 1) Aliran material harus berada pada garis lurus.
 - 2) Material harus berpindah dengan jarak sependek mungkin.
 - 3) Gunakan gravitasi (*free power*).
 - 4) Pindahkan banyak material sekaligus.
 - 5) Mekanisasi *material handling*.
 - 6) Automisasi *material handling*.
 - 7) Mengatur atau meningkatkan *material handling*/rasio produksi.
 - 8) Meningkatkan keluaran dengan menggunakan peralatan *automatic material handling*.
- d. Meningkatkan penggunaan fasilitas dengan cara:
 - 1) Memaksimalkan penggunaan bangunan.
 - 2) Pembelian peralatan yang *versatile*.
 - 3) Standardisasi peralatan *material handling*.

- 4) Memaksimalkan utilisasi peralatan produksi dengan menggunakan *material handling feeders*.
- 5) Mengatur dan melakukan penggantian jika diperlukan semua peralatan dan mengembangkan program *preventive maintenance*.
- 6) Mereduksi *tare (dead) weight*.
- 7) Mengontrol persediaan (*inventory*).

2.7 Pengukuran Jarak

Terdapat beberapa macam sistem yang digunakan untuk melakukan pengukuran jarak dari suatu lokasi terhadap lokasi lain. Berikut merupakan beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengukur jarak menurut Heragu (2016), yaitu:

a. Euclidean

Jarak diukur lurus dari satu fasilitas ke fasilitas lainnya. Meskipun dalam beberapa kasus tidak begitu realistis, metode ini biasanya digunakan dalam mengukur dan terbukti sangat berguna dan mudah dimengerti. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$d_{ij} = ((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2)^{0.5} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan:

x_i = Koordinat x pada pusat fasilitas ke- i

x_j = Koordinat x pada pusat fasilitas ke- j

y_i = Koordinat y pada pusat fasilitas ke- i

y_j = Koordinat y pada pusat fasilitas ke- j

d_{ij} = Jarak antara pusat fasilitas ke- i menuju ke- j

b. *Squared Euclidean*

Pengukuran ini memangkat duakan metode *Euclidean*. Pemangkatan dua ini memberikan bobot yang lebih besar terhadap jarak antar departemen yang lebih jauh dibandingkan yang lebih dekat. Rumus dari *Squared Euclidean* adalah kuadrat dari *Euclidean* sehingga menjadi $d_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2$.

1) *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* juga disebut sebagai Manhattan, *right-angle*, atau *rectangular metric*. Metode ini biasanya digunakan karena mudah dihitung, dimengerti, dan cocok untuk mengatasi masalah praktis.

Rumus yang digunakan adalah $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$.

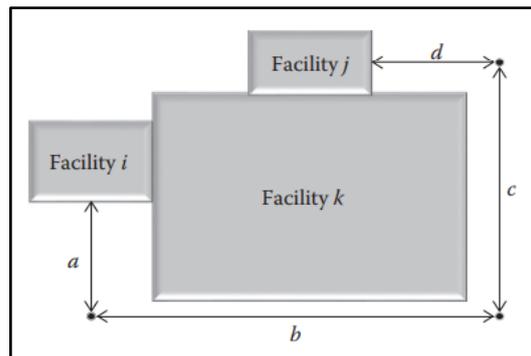
2) *Tchebychev*

Metode ini mempertimbangkan pergerakan material di pabrik yang memiliki mesin berat di mana derek memungkinkan perpindahan terjadi pada arah x , y , dan z . Jarak *Tchebychev* dirumuskan sebagai

$$d_{ij} = \max(|x_i - x_j| + |y_i - y_j| + |z_i - z_j|).$$

3) *Aisle Distance*

Aisle distance berbeda dengan jarak lainnya karena berupa jarak aktual material sepanjang gang (*aisle*) selama material dipindahkan. Berdasarkan gambar di bawah ini jarak antara departemen i dengan departemen j merupakan penambahan dari a , b , c , dan d .



Gambar 2.1 Ilustrasi Aisle Distance
 Sumber: Heragu (2016:55)

4) Adjacency

Tidak seperti metrik lain yang menentukan apakah departemen mempunyai *adjacent* atau tidak. Kekurangan metode ini adalah tidak mampu membedakan jarak pada departemen yang *nonadjacent*. Contohnya jika departemen *i* dan *j* terpisah sejauh 5 kaki dan *nonadjacent*, lalu departemen *i* dan *k* terpisah 100 kaki dan juga *nonadjacent*. Metrik *adjacency* menghasilkan nilai 0 untuk d_{ij} dan d_{ik} . Pada Gambar 2.1, d_{ik} dan $d_{jk} = 1$ dan $d_{ij} = 0$ karena padangan *i*, *k* dan *j*, *k* adalah *adjacent*, sedangkan *i*, *j* tidak. Metrik ini digunakan pada teknik SLP untuk perhitungan skor *layout*.

5) Shortest Path

Dalam masalah lokasi jaringan (*network location problems*), jarak terpendek biasanya digunakan untuk menentukan jarak antara dua *nodes*. Sebuah jaringan terdiri dari *node* dan busur, dengan *node* mewakili departemen dan busur antara sepasang *node* yang mewakili jalur antara keduanya. Biasanya, bobot dilampirkan pada setiap busur yang mewakili jarak atau waktu atau biaya untuk melakukan perjalanan

antara simpul yang dihubungkan oleh busur. Biasanya terdapat lebih dari satu jalur antara setiap pasangan *node* sehingga jalur terpendek merupakan pertimbangan penting yang perlu diputuskan.

2.8 Metode Perancangan Tata Letak

Dalam merancang suatu tata letak fasilitas terdapat beberapa prosedur yang dapat digunakan sebagai pembantu perancang tata letak dalam mengembangkan *layout alternatives*. Tompkins *et al.* (2010) mengklasifikasikan dua kategori utama dalam prosedur tata letak, yakni *construction type* dan *improvement type*. *Construction layout* umumnya mengembangkan *layout* baru dari awal. Sedangkan *improvement*, menghasilkan *layout* alternatif dengan mencari pengembangan dari *layout* yang sudah ada.

Metode yang dapat digunakan sebagai dasar perancangan tata letak mencakup *Apple's Plant Layout Procedure*, *Reed's Plant Layout Procedure*, dan *Muther's Systematic Layout Planning (SLP) Procedure*.

2.8.1 *Apple's Plant Layout Procedure*

Apple dalam Tompkins *et al.* (2010) mengemukakan urutan rinci dalam merancang *plant layout*, yaitu:

- a. Menyediakan *basic data*.
- b. Menganalisis *basic data*.
- c. Mendesain proses produktif.
- d. Merencanakan pola aliran material.
- e. Mempertimbangkan rencana penanganan material umum.

- f. Menghitung kebutuhan *equipment*.
- g. Merencanakan stasiun kerja individual.
- h. Memilih *material handling equipment* secara spesifik.
- i. Mengkoordinasikan keterkaitan grup dalam operasi.
- j. Mendesain hubungan antar aktivitas.
- k. Menentukan kebutuhan *storage*.
- l. Merencanakan *service* dan aktivitas tambahan.
- m. Menentukan kebutuhan ruang.
- n. Mengalokasikan aktivitas pada ruang.
- o. Menentukan jenis bangunan.
- p. Merancang *master layout*.
- q. Mengevaluasi, menyesuaikan, dan mengecek *layout* oleh orang yang sesuai.
- r. Mendapatkan *approval*.
- s. Memasang *layout*.
- t. Menindaklanjuti implementasi *layout*.

Metode ini terdiri dari 20 langkah sehingga membutuhkan waktu yang lebih banyak dalam implementasinya. Namun, di sisi yang lain metode ini mempertimbangkan pada pemilihan *material handling* yang digunakan, di mana hal ini tidak dilakukan pada metode lain.

2.8.2 Reed's Plant Layout Procedure

Reed dalam Tompkins *et al.* (2010) merekomendasikan “*systematic plan of attack*” sebagai langkah-langkah dalam merancang dan mempersiapkan *layout*.

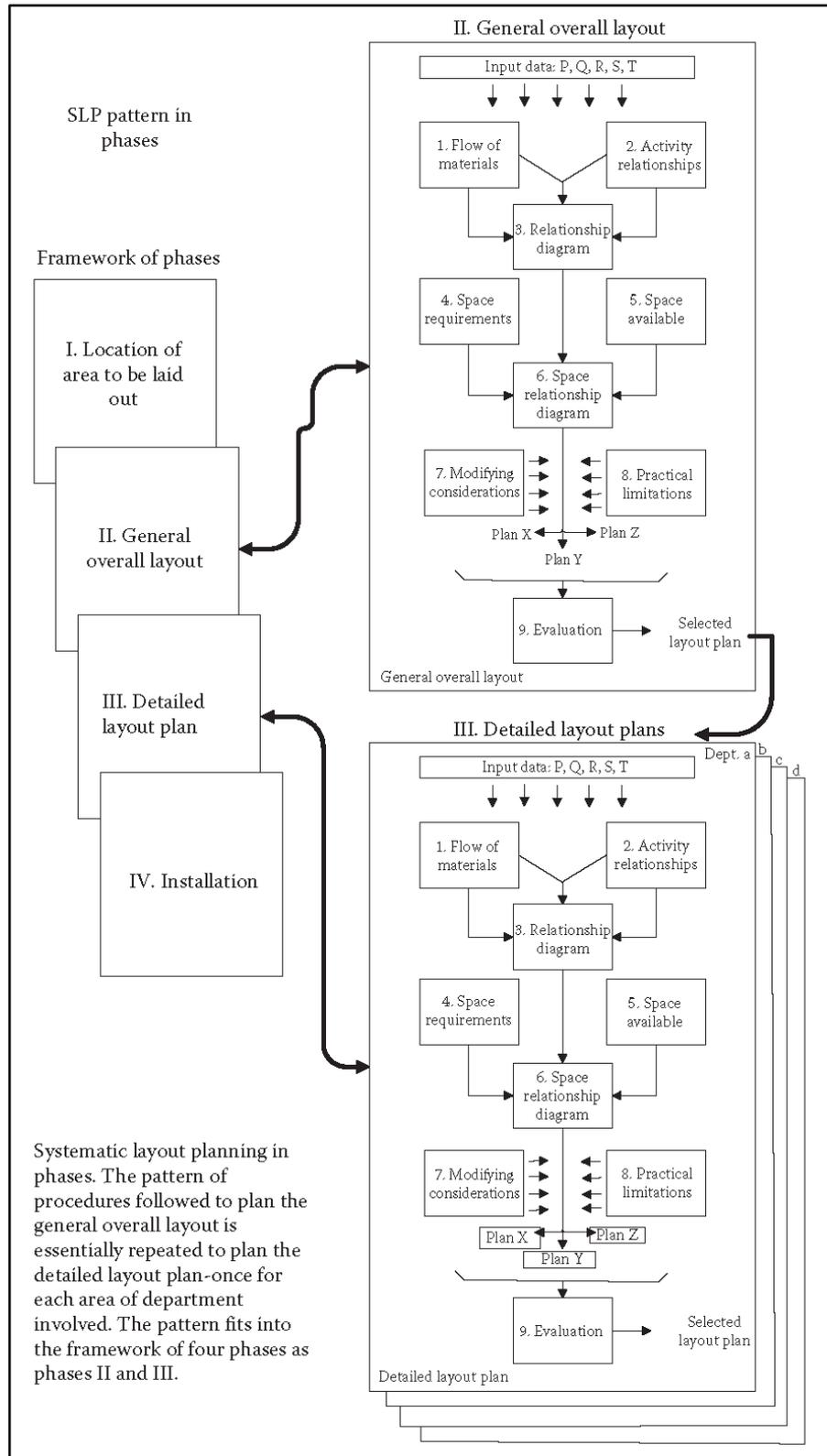
- a. Menganalisis produk atau produk-produk apa saja yang akan diproduksi.
- b. Menentukan proses yang dibutuhkan untuk manufaktur produk.
- c. Mempersiapkan *layout planning chart*.
- d. Menentukan stasiun kerja.
- e. Menganalisis area *storage* yang diperlukan.
- f. Menentukan lebar *aisle* minimum yang dibutuhkan.
- g. Mempertimbangkan fasilitas dan *services* personil.
- h. Men-survei *plant services*.
- i. Mempersiapkan perluasan di masa yang akan datang.

Seperti yang dirincikan pada langkah di atas, metode ini mempertimbangkan lebar *aisle* dan sekaligus perluasan di masa yang akan datang sehingga cocok digunakan untuk perusahaan/pabrik yang memiliki rencana perluasan di masa yang akan datang. Adapun *layout planning chart* yang menjadi fase utama dalam perancangan tata letak metode ini dapat dilihat seperti pada Gambar 2.2.

equipment tambahan, dan *support service* seperti toilet, *clearing rooms*, stasiun inspeksi, dan *battery-charging rooms*. *Layout* secara detail dari departemen dan *support services* ditentukan pada fase ketiga. Prosedur pada fase ketiga sama seperti fase kedua, hanya saja fase kedua memuat tata letak *general*.

- d. Fase 4 — Menerapkan *layout* yang dipilih. *Layout* detail harus disetujui terlebih dahulu oleh orang yang terkait seperti: pekerja yang terkait, *supervisors*, dan manajer sebelum akhirnya difinalkan. Gambar *layout* harus ditampilkan secara detail karena akan digunakan sebagai fasilitas baru nantinya. Pada fase keempat ini dana dan waktu disesuaikan dengan perpindahan yang terjadi, serta relokasi mesin dan layanan yang sebenarnya terjadi.

Metode ini menggunakan banyak grafik dan diagram dalam implementasinya. Penggunaan grafik maupun diagram tersebut akan memudahkan analisis data yang ada sehingga metode ini sangat sering digunakan oleh *designer* tata letak. Selain itu, metode ini mempertimbangkan batasan-batasan (*constraints*) yang terjadi di lapangan sehingga dibandingkan metode lainnya, SLP dinilai lebih realistis dibandingkan metode lainnya.



Gambar 2.3 Framework SLP
 Sumber: Heragu (2016:77)

2.9 Systematic Layout Planning

Seperti dapat yang dilihat pada Gambar 2.3 di mana *input* data yang dibutuhkan dalam melakukan teknik SLP mencakup lima kategori, yaitu:

- a. P (*Product*): Tipe produk yang diproduksi.
- b. Q (*Quantity*): Volume produksi untuk setiap *part*.
- c. R (*Routing*): Urut-urutan proses operasi untuk setiap *part*.
- d. S (*Supporting Services*): *Supporting services*, ruang loker, stasiun inspeksi, dan sebagainya.
- e. T (*Timing*): Kapan setiap *part* diproduksi dan mesin mana yang akan digunakan.

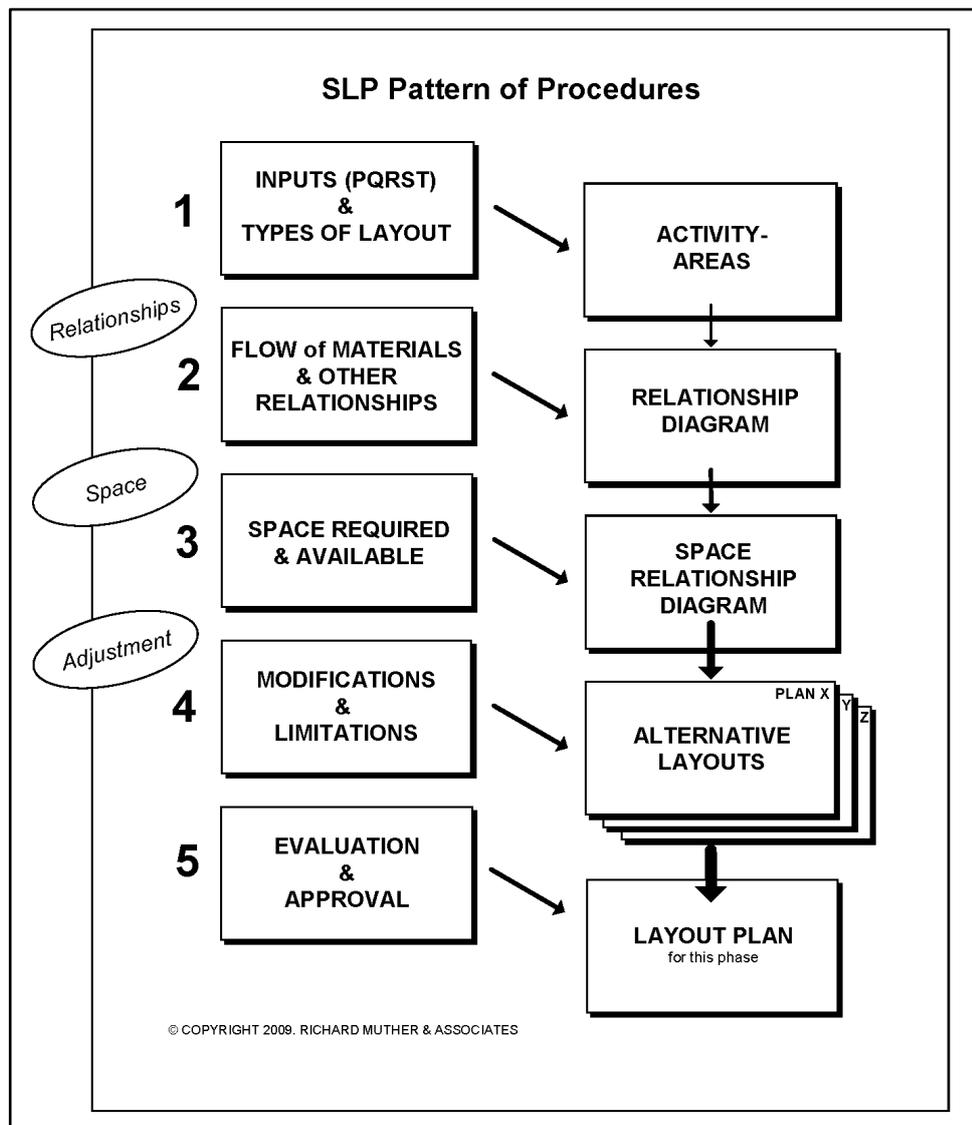
Pendekatan yang digunakan dalam melakukan prosedur SLP dapat dilihat pada Gambar 2.4. Dengan data P-Q-R, dibuat matriks aliran *from-to* (*box 1*). Menggunakan data P-Q-S, dapat dibuat *relationship chart* (*box 2*). Selanjutnya *relationship diagram* dibuat berdasarkan matriks aliran dan *relationship chart* (*box 3*). Diagram ini mampu memberikan hubungan antar mesin yang digunakan. Dari data kuantitatif aliran dan hubungan kualitatif, mesin dihubungkan menggunakan garis-garis dengan intensitas sesuai dengan derajat kedekatannya.

Selanjutnya dengan mengetahui *space requirement* dan ketersediaan adalah kunci untuk membentuk *layout* yang berarti, dilakukan analisis spasial untuk langkah selanjutnya (*box 4*). Kita perlu membuat daftar mesin dan departemen serta melakukan perhitungan area yang dibutuhkan.

Langkah selanjutnya dalam teknik SLP adalah menentukan ketersediaan ruangan; batasan spasial khusus jika ada (seperti balok atau struktur lain yang tidak memungkinkan untuk pemanfaatan ruang secara penuh); dan faktor lain yang serupa (*box 4*). *Box 4*, *5*, dan *relationship diagram* kemudian digunakan untuk membentuk *space relationship diagram* (*box 6*).

Setelah faktor lain (misalnya metode *material handling*, *storage equipment*, *utility distribution*) dan batasan praktis (dana, *building codes*, ketersediaan energi, struktur atau balok yang ada, personil, dan *equipment safety*) dipertimbangkan, maka *space relationship diagram* yang sebelumnya dibentuk kemudian dimodifikasi menjadi lima *alternative layout plans*. Biasanya, dua atau tiga *alternative layouts* dihasilkan pada tahap ini. Setiap *layout* kemudian dievaluasi berdasarkan biaya dan faktor lain yang tidak dapat dijelaskan, dan yang terbaik yang akan dipilih.

Fase ketiga digunakan prosedur yang sama, bedanya pada fase ini dilakukan perancangan secara lebih mendetail dari *overall layout*. Pada akhir fase ketiga, kita telah memiliki *overall layout* yang mengindikasikan posisi relatif dari setiap departemen dan detail dari masing-masing *layout*. Informasi ini digunakan pengembangan penggambaran detail yang dapat digunakan dalam relokasi aktual setiap departemen.

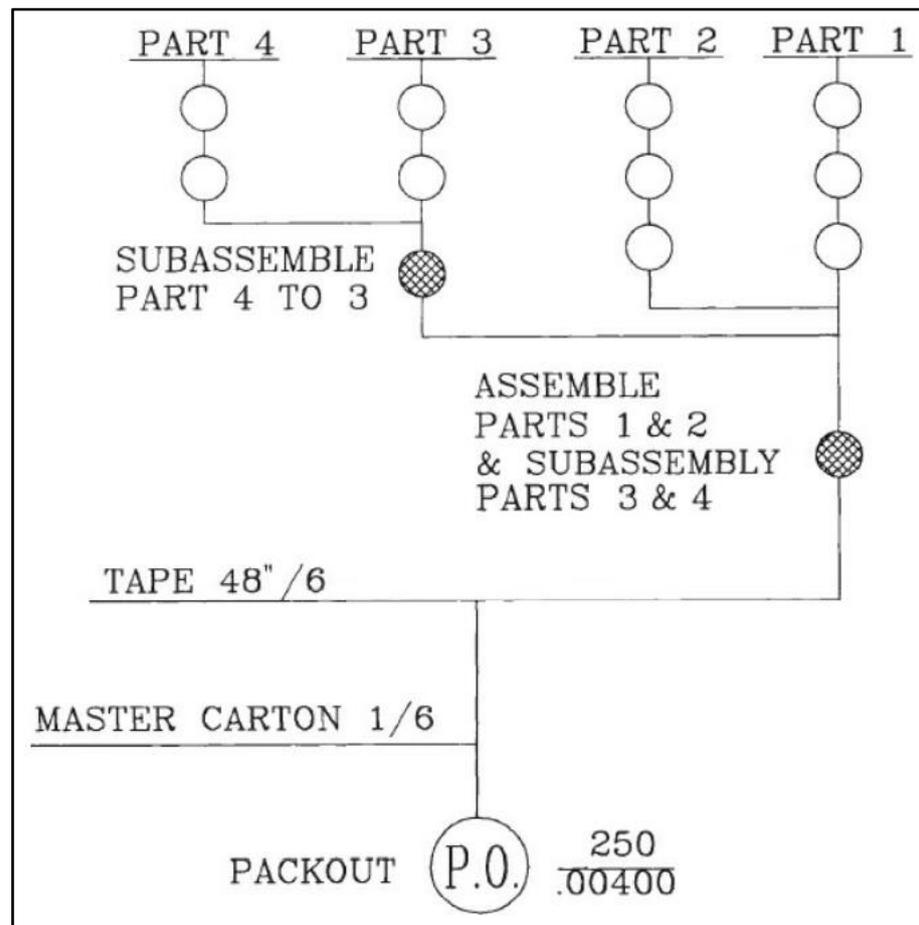


Gambar 2.4 The SLP Pattern of Procedures

Sumber: Muther & Hales (2015:2-2)

2.9.1 Flow of Material

Flow of material dapat digambarkan dengan *flow process chart*. *Flow process chart* merupakan kombinasi dari *operation chart* dengan *process chart*. *Operation chart* seperti pada Gambar 2.5 memiliki lingkaran untuk setiap operasi yang membutuhkan pabrikasi untuk setiap komponen, untuk di rakit (*assemble*) menjadi *final assemble*, dan dikemas menjadi produk jadi.



Gambar 2.5 Contoh Operation Chart
 Sumber: Stephens & Meyers (2013:148)

Langkah-langkah prosedur untuk menyiapkan *operations chart* menurut Stephens & Meyers (2013) adalah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi komponen yang akan melewati proses manufaktur dan yang dibeli jadi.
- b. Menentukan operasi yang diperlukan untuk dipabrikasi untuk masing-masing komponen dan urutan dari operasi tersebut.
- c. Menentukan urutan perakitan dari komponen yang dibeli dan yang dipabrikasi.

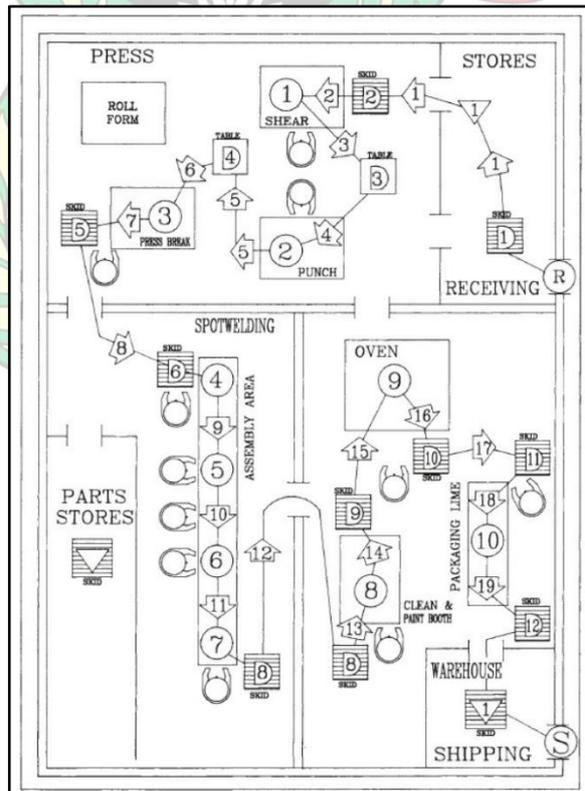
- d. Temukan komponen utama, yaitu komponen pertama yang akan melalui proses perakitan. Masukkan nama komponen secara horizontal pada bagian kanan bagan. Pada garis vertikal yang ditambahkan ke bawah dari sisi kanan garis horizontal, letakkan lingkaran untuk masing-masing operasi. Mulai dari operasi pertama, daftarkan segala operasi ke bawah hingga operasi yang terakhir.
- e. Letakkan komponen kedua di kiri komponen pertama, dan komponen ketiga di kiri komponen kedua, begitu seterusnya untuk setiap komponen. Setiap langkah pabrikan didaftarkan di bawah komponen dalam lingkaran yang menggambarkan operasi masing-masing.
- f. Gambar garis horizontal dari bawah operasi terakhir komponen kedua menuju operasi terakhir pada operasi pertama. Demikian seterusnya tergantung urutan masing-masing perakitan komponen.
- g. Memasukkan segala komponen yang dibeli pada garis horizontal di atas lingkaran operasi perakitan di mana perakitan dilakukan.
- h. Memasukkan waktu standar, angka operasi, deskripsi operasi di samping dan di dalam lingkaran.
- i. Jumlahkan total waktu per *unit* dan letakkan hasilnya pada bawah kanan di bawah perakitan terakhir atau hasil operasi.

Process chart menggambarkan *workflow*, *working processes*, serta sistem dan prosedur yang terjadi di rantai produksi. *Process chart* mempunyai simbol-simbol tertentu yang memberikan penjelasan

tertentu untuk suatu proses kegiatan. Terdapat lima simbol umum yang dikemukakan *American Society of Mechanical Engineers (ASME)* dalam Heragu (2016), yaitu:

Tabel 2.1 Simbol Process Chart

Simbol	Nama	Arti
○	<i>Operation</i>	Langkah utama, di mana komponen/material dimodifikasi
□	<i>Inspection</i>	Pengecekan kualitas atau kuantitas
➔	<i>Transport</i>	Perpindahan pekerja, material, atau peralatan
▽	<i>Storage</i>	Material diterima untuk disimpan
D	<i>Delay/Temporary Storage</i>	Delay atau objek diletakkan di samping hingga dibutuhkan



Gambar 2.6 Contoh Process Chart

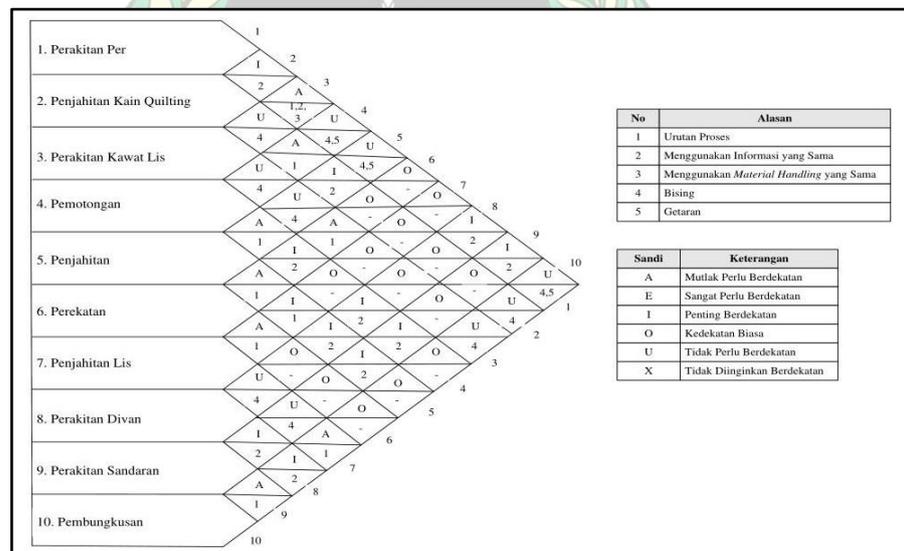
Sumber: Stephens & Meyers (2013:144)

Langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat *flow process chart* dalam Stephens & Meyers (2013) adalah sebagai berikut.

- a. Membuat *operation charts*.
- b. Menyelesaikan *process chart* untuk masing-masing komponen.
- c. Menggabungkan *operation chart* dengan *process chart*, termasuk untuk komponen yang dibeli.

2.9.2 Activity Relationship Chart (ARC)

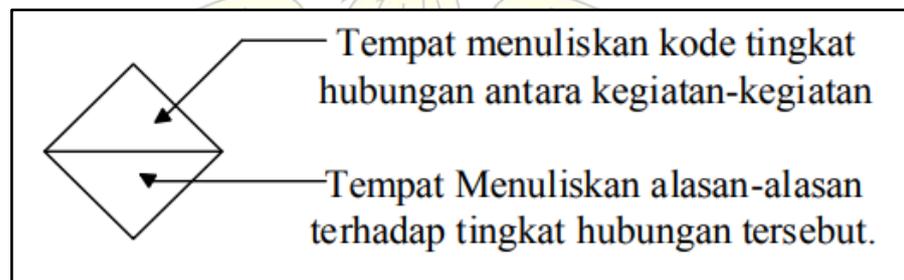
Activity Relationship Chart (ARC) dikembangkan untuk menentukan derajat kedekatan (*degree of closeness*). *Degree of closeness* menjelaskan perlu tidaknya satu bagian ditempatkan berdekatan dengan bagian lain, dan hal ini bergantung pada derajat hubungan kedua bagian tersebut. Contoh dari *Activity Relationship Chart* (ARC) dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Activity Relationship Chart

ARC dikembangkan oleh Robert Muther. Untuk menggambarkan derajat kedekatan hubungan antar seluruh kegiatan atau bagian. Teknik pembuatan *chart* ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi segala kegiatan yang ada.
- b. Membuat daftar segala kegiatan pada suatu chart dengan meletakkan bagian produksi sebagai puncak dari *chart* tersebut.
- c. Analisa pada peta hubungan aktivitas ini akan menggambarkan derajat hubungan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.8 Tingkat Hubungan dan Alasan pada ARC

Berikut merupakan penjelasan pemberian kode pada gambar di atas seperti yang ada di dalam Stephens & Meyers (2013).

Tabel 2.2 Tingkat Hubungan dan Alasan ARC

Kode	Definisi	Reason Code	Alasan
A (Merah)	<i>Absolutely necessary that these two departments be next to each other</i> (Kedua departemen sangat diperlukan untuk diletakkan berdekatan)	1	Untuk aliran lebih baik
E (Jingga)	<i>Especially important</i> (Sangat penting)	2	Perpindahan material
I (Hijau)	<i>Important</i> (Penting untuk berdekatan)	3	Perpindahan manusia
O (Biru)	<i>Ordinary importance</i> (Cukup penting)	dan sebagainya	dan sebagainya
U (Tidak berwarna)	<i>Unimportant</i> (Tidak penting)		
X (Cokelat)	<i>Closeness undesirable</i> (Tidak diperkenankan diletakkan berdekatan)		

2.9.3 Activity Relationship Diagram (ARD)

Seperti yang dijabarkan dalam Muther & Hales (2015), ARD merupakan diagram yang menggambarkan hubungan keterkaitan antara departemen. Pembuatan diagram ini mengacu pada aturan seperti yang ada pada berikut.

Process Chart Symbols & Action*	Symbols Extended to Identify Equipment & Space	Color Ident.	Black & White**
* ○ Operation	○ Forming or Treating Equipment & Space	Green**	
	○ Assembly, Sub-Assembly, Dis-Assembly	Red**	
* ➡ Transportation	➡ Transport-related Equipment & Space	Orange Yellow**	
◊ Handling	◊ Handling Areas -- Pick-up & Set-Down	Orange Yellow**	
* ▽ Storage	▽ Storage Equipment and Space	Orange Yellow**	
* D Delay	D Set-down or Hold Areas	Orange Yellow**	
* □ Inspection	□ Inspect, Test, Check Equipment & Space	Blue**	
* A.N.S.I. Standard ** MHMS (IMMS) Standard (Adopted as basic to SLP procedure)	◡ Service & Support Equipment & Space	Blue**	
	⬆ Office or Planning Areas, or Building Features	Brown** (Gray)	

Vowel Letter	No. Value	No. of Lines	Closeness Rating	Color Code
A	4		Absolutely Necessary	Red**
E	3		Especially Important	Orange Yellow**
I	2		Important	Green**
O	1		Ordinary	Blue**
U	0		Unimportant	Uncolored**
X	-1		Not Desirable	Brown**
XX	-2,-3,-4,?		Extremely Undesirable	Black

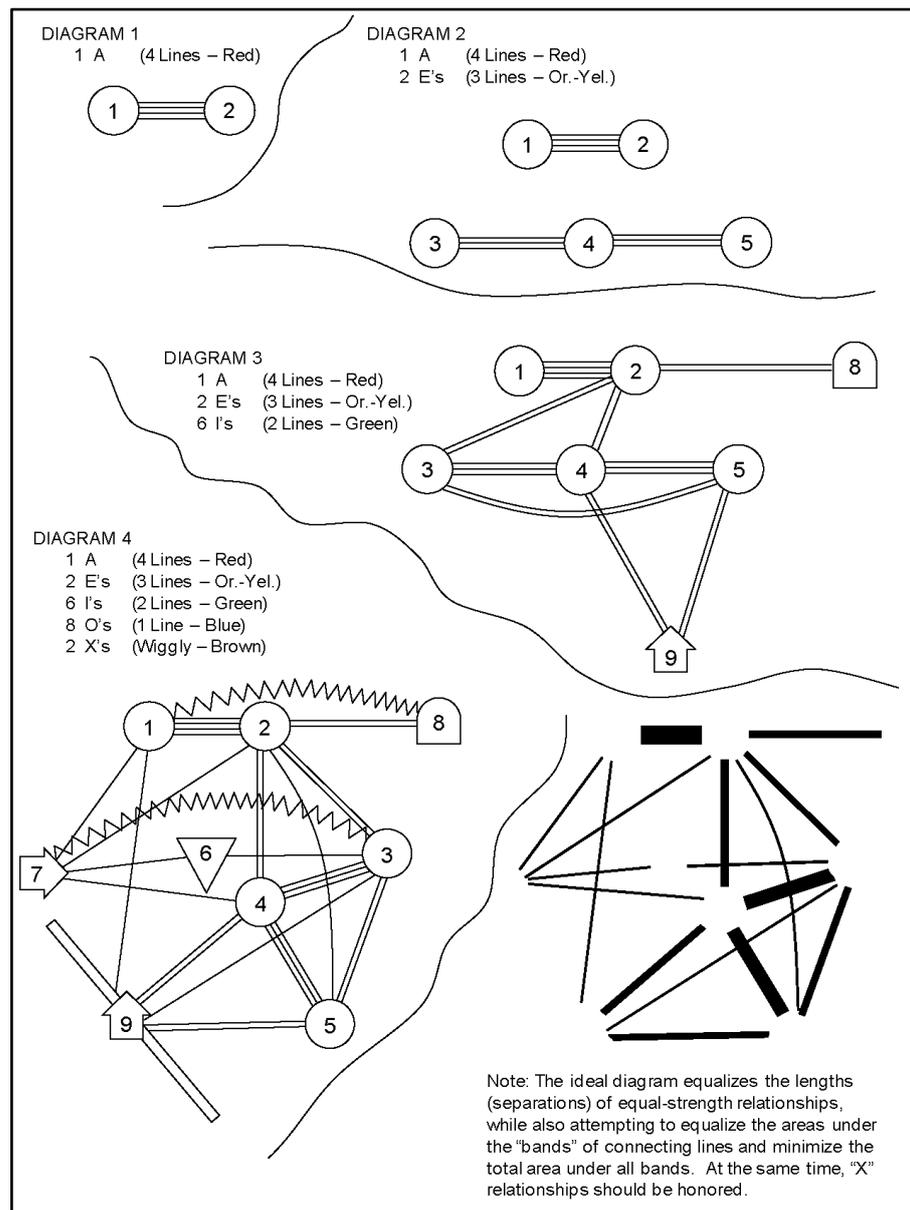
Gambar 2.9 Penggunaan Tanda dalam ARD

Sumber: Muther & Hales (2015:6-7)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam membuat *activity relationship diagram* mencakup:

- a. Mengidentifikasi jumlah dan nama aktivitas yang akan dimasukkan dalam diagram. Berikan kode sesuai simbol *process chart* (dapat dilihat pada Gambar 2.9).
- b. Memberikan 4 garis antara pasangan departemen yang memiliki tingkat keterhubungan yang sangat tinggi.
- c. Memberikan 3 garis antara pasangan departemen yang memiliki tingkat keterhubungan yang tinggi.
- d. Memberikan 2 garis antara pasangan departemen yang memiliki kepentingan tinggi.
- e. Memberikan 1 garis antara pasangan departemen yang memiliki kepentingan.
- f. Tidak memberikan garis antara pasangan departemen yang tidak memiliki keterkaitan maupun kepentingan.
- g. Memberikan satu garis zig-zag antara departemen yang tidak diperkenankan berdekatan.
- h. Memberikan dua garis zig-zag antara departemen yang sangat tidak diperkenankan berdekatan.
- i. Lakukan pengecekan, penyesuaian, dan perubahan sesuai pertimbangan dan batasan praktis.

Untuk lebih memahami prosedur pembuatan ARD dapat melihat Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Tahapan ARD
Sumber: Muther & Hales (2015:6-9)

2.9.4 Space Requirements

Pada *space requirement* dilakukan analisis ruang yang dibutuhkan. Muther & Hales (2015) mengemukakan bahwa setidaknya terdapat lima cara dalam menentukan *space requirement*, yaitu:

- a. *Calculation*, yaitu menentukan total area dibutuhkan untuk setiap elemen ruang kemudian mengalikannya dengan jumlah elemen yang

dibutuhkan untuk suatu pekerjaan dengan menambahkan ruang tambahan yang umumnya tidak dapat dibagi ke elemen manapun.

- b. *Conversion*, yaitu salah satu metode praktis yang berangkat dari pertanyaan “apa yang kita miliki saat ini” ke “apa yang perlu kita lakukan untuk mengantisipasinya”. Ruang yang ada saat ini disesuaikan menjadi apa yang diinginkan saat ini dan dikonversi untuk setiap *individual area*.
- c. *Space standard*, yaitu penggunaan standar ruang yang sudah ditentukan untuk kebanyakan proyek.
- d. *Roughed-out layout*, yaitu metode yang digunakan dalam beberapa proyek tata letak, di mana penggunaan *calculation* atau *conversion* tidak praktis, dan tidak ada standar yang tersedia. Jika rencana skala area tersedia, *template* atau model peralatan yang terlibat sudah tersedia, dan terutama jika aktivitas tertentu sangat penting atau mewakili investasi yang sangat tinggi, mungkin disarankan untuk membuat tata letak detail secara kasar (*rough-out layout*) dari area tertentu dan menggunakannya dalam menentukan *space requirement*.
- e. *Ratio trend and projection*, yaitu metode yang menetapkan rasio ruang (meter persegi atau kaki persegi) dengan beberapa faktor lain, seperti kaki persegi per pengiriman, atau kaki persegi per *labor-hour* per tahun. Tren dan proyeksi rasio mungkin yang paling tidak akurat dari kelima metode yang telah disebutkan. Namun, dalam hal

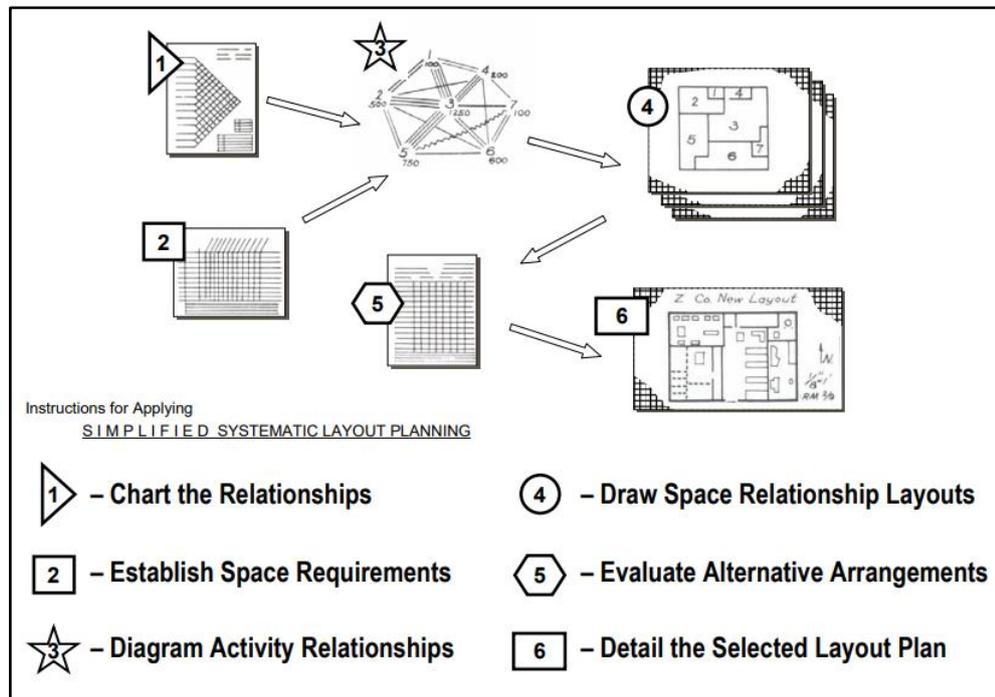
2.10 *Simplified Systematic Layout Planning*

Tidak seluruh industri memiliki luas tempat yang besar. Mengimplementasi keempat fase SLP ke dalam suatu *factory plant* dengan luas wilayah kecil adalah suatu hal yang tidak efisien. Oleh karena itu Muther Associates menciptakan prosedur yang dinamakan *Simplified Systematic Layout Planning* atau yang dikenal juga sebagai *Simplified SLP*. Implementasi SLP pada proyek kecil akan menguras waktu dan tenaga sehingga diperlukan prosedur yang lebih pendek namun tetap menghasilkan tata letak yang optimal, yang dapat dilakukan dengan *Simplified SLP* (Muther & Hales, 2015).

Terdapat 3 elemen utama, yakni *Relationship* antara beragam fungsi dan aktivitas, *Space* pada setiap aktivitas, dan *Adjustment* pada tata letak. Langkah-langkah dalam prosedur ini kurang lebih sama dengan SLP, hanya saja lebih disederhanakan menjadi 6 *step*, yaitu:

- a. *Chart the Relationships*, yaitu menggunakan *Activity Relationship Chart*.
- b. *Establish Space Requirements*, yaitu menentukan ukuran dibutuhkan masing-masing fasilitas.
- c. *Diagram Activity Relationships*, yaitu menggunakan *Activity Relationship Diagram*.
- d. *Draw Space Relationship Layout*, yaitu menggunakan *Space Relationship Diagram*.
- e. *Evaluate Alternative Arrangements*, yaitu mengevaluasi setiap alternatif tatal letak yang dihasilkan.

f. *Detail the Selected Layout Plan*, yaitu melakukan ulang prosedur pada setiap departemen terkhusus pada peletakan mesin, peralatan, dan fasilitas pendukung lainnya.



Gambar 2.12 Prosedur *Simplified SLP*

2.11 Arena Simulation

Arena merupakan suatu *software* yang dikembangkan perusahaan bernama Rockwell Automation. *Software* ini digunakan untuk membuat model dan melakukan simulasi untuk sistem diskrit dalam proses produksi dan manajemen operasi ilmiah, organisasi, pelayanan, tata letak produksi dan sebagainya (Yonchev & Mirchev, 2021). Dalam Allen-Bradley (2007) juga dipaparkan tipe skenario yang dikerjakan melalui Arena, yaitu:

a. Analisis detail dari berbagai tipe sistem manufaktur, termasuk *material handling*.

- b. Analisis kompleks mengenai *customer service* dan *customer management systems*.
- c. Analisis *global supply chains* yang mencakup *warehousing*, *transportation*, dan sistem logistik.
- d. Memprediksi kinerja sistem berdasarkan biaya, keluaran, waktu siklus, dan utilisasi.
- e. Pengaturan staf, peralatan, atau material yang dibutuhkan.

Pada Arena Professional Edition, Rockwell Automation menawarkan paket lengkap yang mampu melakukan simulasi seluruh perusahaan, optimasi, dan animasi model 3D.



2.12 Penelitian Terdahulu

Terdapat banyak penelitian terdahulu mengenai topik pembahasan perancangan tata letak fasilitas. Penyusunan penelitian ini didasari dari beberapa penelitian yang relevan. Penelitian pertama berasal dari penelitian John & Joseph (2013) yang berjudul “*Analysis and Simulation of Factory Layout using Arena*” dimana pada penelitian ini dilakukan perancangan tata letak fasilitas di Kerala Electricals and Allied Engineering Co, Ltd (KEL), Kundara Kollam, India. Penelitian ini menguji tata letak fasilitas yang saat ini digunakan perusahaan dengan menggunakan *software* ARENA. Hasil penelitian ini menunjukkan utilitas tertinggi, yakni sebesar 26.04%, yakni ada pada mesin *lathe*. Penelitian ini menunjukkan penggunaan *software* Arena dalam menguji tata letak seperti yang hendak dilakukan pada penelitian kali ini.

Penelitian yang hampir serupa juga dilakukan oleh Mathur *et al.* (2016). Dalam penelitiannya berjudul “*Facility Layout Optimization Using Simulation: A Case Study of a Steel Utensils Industry*”, *software* yang sama digunakan sebagai instrumen perancangan tata letak yang kemudian dianalisis tingkat efisiensinya. Hasil perancangan tata letak terbukti meningkatkan efisiensi pabrik dengan adanya peningkatan produktivitas dari produksi 8600 pcs menjadi 9200 pcs per harinya. Jika sebelumnya ditunjukkan peningkatan pada sisi utilitas pada penelitian ini ditunjukkan peningkatan dalam jumlah produksi.

Penelitian yang lebih khusus membahas mengenai perancangan tata letak menggunakan sebuah metode ada pada penelitian Suhardini *et al.*, (2017) berjudul “*Design and Simulation Plant Layout Using Systematic Layout Planning*”. Penelitian ini melakukan perancangan tata letak menggunakan metode SLP kemudian diuji menggunakan *software* ProModel. Hasil implementasi tata letak fasilitas terbukti meningkatkan efisiensi pabrik dari segi kapasitas produksi, biaya *material handling*, dan waktu produksi.

Penelitian selanjutnya, yaitu penelitian oleh Goyal & Verma (2019) berjudul “*Optimization of Plant Layout in Manufacturing Industry*” juga melakukan perbaikan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode SLP. Hasil perancangan tata letak fasilitas juga mampu meningkatkan produktivitas pabrik ditandai dengan penurunan biaya perpindahan material, peningkatan rasio *turnover inventory*, peningkatan produktivitas pekerja, dan penurunan waktu pencarian.

Penelitian lain yang juga menggunakan metode SLP dalam perancangan tata letak fasilitas berasal dari Nurhidayat (2021) berjudul “Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi dengan Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) di PT DSS” dan Haryanto *et al.* (2021) berjudul “*Redesign of Facilities Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) on Manufacturing Company: A Case Study*”. Kedua penelitian menghasilkan peningkatan efisiensi yang terbukti dari penurunan *material handling* sehingga biaya perpindahan material juga mengalami penurunan.

Keseluruhan penelitian tersebut menjadi referensi dalam penyusunan penelitian ini. Penelitian ini mengombinasikan penggunaan metode SLP dalam rangka meningkatkan produktivitas dan menggunakan *software* ARENA dalam menganalisis hasil *layout* maupun mendukung hasil tata letak yang diperoleh.

