

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian pada area lantai produksi dengan tujuan untuk memperbaiki *layout* pada perusahaan merupakan suatu hal yang sering mejadi permasalahan pada perusahaan. Hal tersebut menjadikan topik perbaikan *layout* sering sekali dijadikan objek penelitian oleh para peneliti sebelumnya. Pada penelitian kali ini dilakukan pada sebuah perusahaan *catering* tentang perbaikan *layout* yang baru untuk mengatasi permasalahan perusahaan. Dalam penelusuran tinjauan pustaka dilakukan dengan memanfaatkan akses yang telah diberikan oleh perpustakaan yaitu *Repository* Universitas Atma Jaya Yogyakarta serta menggunakan *database* penelitian seperti *Google Scholar*. Terdapat beberapa kata kunci yang digunakan untuk mencari jurnal dan skripsi terdahulu yaitu keterlambatan waktu produksi, *catering*, *re-layout*, *System Layout Planning* (SLP), *ARC*, *From to Chart*, dan *Ongkos Material Handling*.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Budianto dan Cahyana (2021) ditemukan permasalahan pada perusahaan, jarak perpindahan pada departemen produksi menuju departemen lainnya terlalu jauh. Untuk penyelesaian permasalahan tersebut, digunakan metode *Systematic Layout Planning* dan *Blocplan* dengan tujuan untuk mendekatakan departemen yang berkaitan untuk mengoptimalkan proses produksi produksi serta meningkatkan efektifitas pada proses produksi. Dari upaya penyelesaian permasalahan yang dilakukan ditemukan efisiensi algoritma *Blocplan* sebesar 30% dan efisiensi dari perubahan jarak antar departemen *layout* awal dan akhir sebesar 21%, diawal adalah 37,9 meter menjadi 29,2 meter.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Daya dkk (2019) menemukan sebuah permasalahan pada perusahaan roti. Ditemukan bahwa peletakan mesin – mesin untuk mendukung proses produksi berantakan atau tidak diletakan berurutan sesuai aliran produksinya. Hal tersebut berpengaruh pada pergerakan tenaga kerja yang menjadi terbatas dan terdapat pengulangan aktivitas kerja yang menyebabkan pemborosan waktu. Dalam penyelesaian permasalahan tersebut digunakan sebuah metode *Blocplan* untuk perancangan ulang tata letak fasilitas

produksi dengan tujuan mengoptimalkan aliran produksi perusahaan. Berdasarkan dari hasil penggunaan metode *blocplan* didapatkan *layout* terpilih dari nilai *r-score* yang berpengaruh pada efisiensi jarak perpindahan *material* sebesar 3,79%

Pada penelitian terdahulu oleh Rengganis dan Maudzoh (2021) mengangkat permasalahan pada sebuah perusahaan yang mengelola kulit, permasalahannya adalah tentang peletakan barang yang belum optimal, sehingga menyebabkan terjadinya gangguan pada aliran produksi. Maka dari itu, dilakukan sebuah perancangan ulang tata letak fasilitas produksi (*re-layout*) menggunakan metode *Systematic Layout Planning* dan metode 5S dengan tujuan mengoptimalkan *layout* pada departemen rantai produksi untuk mengurangi biaya *material handling*. Dari hasil penelitian didapatkan pengurangan biaya OMH dari Rp 346.190 menjadi Rp 327.226. Kemudian dari metode 5S disimpulkan perlu perancangan rak untuk penyimpanan barang agar optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti dkk (2021) pada perusahaan kerupuk mengangkat permasalahan mengenai jarak perpindahan yang terlalu jauh dari departemen gudang menuju rantai produksi. Jarak yang terlalu jauh tersebut menyebabkan adanya penambahan biaya perpindahan. Terlebih lagi akibat dari jarak antar departemen yang jauh tersebut menyebabkan adanya waktu tunggu yang berlebih, sehingga menyebabkan gangguan pada proses produksi. Untuk penyelesaian masalah tersebut digunakan metode *Activity Relation Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), dan *Area Allocation Diagram* (AAD). Dalam penyelesaian masalah yang telah dilakukan, didapatkan nilai biaya jarak perpindahan sebelum usulan sebesar Rp 1.320/hari, sedangkan untuk biaya setelah melakukan *layout* usulan bernilai sebesar Rp 820/hari.

Susunan tata letak antar departemen yang tidak memperhatikan elemen keterkaitannya dapat menjadi sebuah masalah yang menyebabkan tingginya biaya perpindahan serta biaya *material handling* yang harus dibayar. Permasalahan ini dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Darsini dkk (2023) dalam penyelesaian permasalahan ini, terdapat beberapa metode khusus yang digunakan seperti penggunaan metode *System Layout Planning* (SLP) dan *Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques* (CRAFT). Dari penggunaan metode CRAFT mendapatkan total lintasan sebesar 3.338.270 meter/bulan dengan biaya OMH sebesar Rp 29.071.357/bulan, sedangkan dari

penggunaan metode SLP didapatkan nilai total lintasan sebesar 3.093.558 meter/bulan dengan biaya OMH sebesar RP 26.524.728/bulan. Maka dari hasil penggunaan kedua metode tersebut didapatkan bahwa metode SLP lebih efektif untuk menyelesaikan permasalahan pada perusahaan.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Samarandana dkk (2021) pada perusahaan yang bergerak pada bidang *manufacturing* terdapat permasalahan tentang tingkat kecelakaan kerja yang cenderung tinggi, sehingga dilakukan sebuah pengendalian resiko kecelakaan kerja dengan mengidentifikasi potensi kecelakaan kerja menggunakan metode *HAZARD Identification* dan *(HIRARC) Risk Assessment and Risk Control*. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan terdapat 30 potensi kecelakaan kerja pada proses *stamping*, *trolley*, *milling*, gerinda, dan *welding*. Dari metode yang digunakan, ditemukan hasil penilaian 13,3% mempunyai tingkat risiko *extreme*, 30% *high risk*, 13,3% *medium risk* dan 43,34% *low risk*. Peneliti mengusulkan adanya alat pelindung diri pada lingkungan pabrik agar dapat meminimalisir bahaya yang terjadi pada rantai produksi.

Berdasarkan dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rosita dkk (2020) pada perusahaan industri pembuatan sepatu ditemukan permasalahan yaitu penumpukan barang (*bottleneck*) pada area *prestitching* dan *stitching* yang mengakibatkan waktu tunggu pada area produksi lainnya. Penumpukan barang pada area tersebut menyebabkan perusahaan tidak dapat memenuhi target produksi. Berdasarkan hal tersebut maka diusulkanlah perbaikan *layout* untuk pengupayaan aliran proses yang baru (*Line Balancing*), dari hasil perbaikan tersebut diharapkan dapat mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan produktivitas perusahaan. Dari penerapan proses aliran yang baru ini mengakibatkan berkurangnya waktu kerja yang awalnya sebesar 41,02 detik menjadi 37,64 detik.

Penelitian terdahulu selanjutnya oleh Dora dkk (2023) pada UMKM *catering*, memiliki permasalahan mengenai kondisi *catering* yang harus menyesuaikan produktivitas *catering* yang semakin lama semakin meningkat, sehingga dikhawatirkan akan terjadi kualitas produksi yang tidak sesuai standar atau tidak stabil. Terlebih lagi kondisi *catering* yang baru berkembang ini tidak memiliki SOP yang tetap dan pasti, sehingga diperlukan sebuah penerapan SOP untuk memastikan produk yang dihasilkan oleh *catering* berkualitas baik. Dari hal

tersebut maka dirancanglah sebuah pendampingan UMKM dengan pembuatan SOP, pelatihan, serta evaluasi untuk membuat perusahaan dapat berkembang.

Tabel 2.1. Konten Penelitian Terdahulu

Jenis Industri	Permasalahan	Solusi	Metode	Referensi	Hasil/Temuan
Kayu	Tata letak fasilitas produksi menyebabkan aliran <i>material</i> yang tidak efisien, khususnya di departemen <i>Winder</i> dan Oven	Perbaikan tata letak dengan mendekatkan departemen yang berkaitan untuk mengoptimalkan aliran	Systematic <i>Layout Planning</i> (SLP), Blocplan	Budianto dan Cahyana (2021)	Efisiensi meningkat 30%, jarak perpindahan <i>material</i> berkurang dari 37,9 meter menjadi 29,2 meter (peningkatan 21%)
Food And Baverage	Tata letak fasilitas pada perusahaan belum sesuai dengan alur proses produksi yang tepat. Penggunaan mesin tidak sesuai alur produksi, sehingga ruang gerak tenaga kerja terbatas dan terjadi pengulangan kegiatan	Dilakukan perancangan ulang tata letak fasilitas produksi untuk memastikan kegiatan produksi sesuai dengan aliran produksinya	BLOCPLAN	Daya dkk (2019)	Terjadi efisiensi jarak perpindahan <i>material</i> sebesar 11,35 meter atau sebesar 3,79%
Kulit	Peletakan barang yang belum optimal, sehingga menyebabkan terjadinya gangguan pada aliran produksi	Dilakukan perancangan ulang tata letak (<i>re-layout</i>)	<i>Systematic Layout Planning</i> (SLP) dan metode 5S	Rengganis dan Maudzoh (2021)	Didapatkan pengurangan biaya OMH dari Rp 346.190 menjadi Rp 327.226.
Kerupuk	Jarak perpindahan yang terlalu jauh dari departemen gudang menuju lantai produksi	Dilakukan <i>re-layout</i> pada pengaturan peralatan produksi agar proses produksi lebih optimal	ARC, ARD, dan AAD	Wijayanti dkk (2021)	Didapatkan nilai biaya jarak perpindahan sebelum usulan adalah 1.320/hari dan setelah usulan sebesar Rp 830/hari.

Tabel 2.1. Lanjutan

Jenis Industri	Permasalahan	Solusi	Metode	Refrensi	Hasil/Temuan
Kayu	Tata letak antar departemen yang belum tersusun dengan baik, hal ini karena tidak ada penyusunan keterkaitan dengan derajat kedekatan antar departemen, sehingga menimbulkan besarnya momen perpindahan perusahaan serta pola aliran <i>layout</i> yang tidak lurus dapat mengakibatkan aktivitas karyawan tidak optimal dan pemanfaatan area pabrik kurang maksimal.	Perencanaan ulang tata letak pabrik untuk mengurangi biaya perpindahan	<i>System Layout Planning (SLP)</i> dan <i>Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques (CRAFT)</i>	Darsini dkk (2023)	Tata letak yang menggunakan metode CRAFT memiliki total momen perpindahan sebesar 3.388.270 meter/bulan, total biaya <i>material handling</i> RP. 129.071.357,- /bulan, dan memiliki tipe aliran tidak beraturan, sedangkan SLP memiliki1 total momen perpindahan sebesar 13.093.558 meter/bulan, total biaya <i>material handling</i> Rp. 126.542.728,-/bulan
Manufaktur	tingkat kecelakaan kerja yang cenderung tinggi	dilakukan sebuah pengendalian resiko kecelakaan kerja dengan mengidentifikasi potensi kecelakaan kerja	<i>HAZARD Identification dan (HIRARC) Risk Assessment and Risk Control</i>	Samarandana dkk (2021)	Dari metode yang digunakan, ditemukan hasil penilaian 13,3% mempunyai tingkat risiko <i>extreme</i> , 30% <i>high risk</i> , 13,3% <i>medium risk</i> dan 43,34% <i>low risk</i> .

Tabel 2.1. Lanjutan

Jenis Industri	Permasalahan	Solusi	Meode	Refrensi	Hasil/Temuan
Sepatu	penumpukan barang (<i>bottleneck</i>) pada area <i>prestitching dan stitching</i> yang mengakibatkan waktu tunggu pada area produksi lainnya	Berdasarkan hal tersebut maka diusulkanlah perbaikan <i>layout</i> untuk pengupayaan aliran proses yang baru (<i>Line Balancing</i>), dari hasil perbaikan tersebut diharapkan dapat mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan produktivitas perusahaan	<i>Line Balancing</i>	Rosita dkk (2020)	Dari penerapan proses aliran yang baru ini mengakibatkan berkurangnya waktu kerja yang awalnya sebesar 41,02 detik menjadi 37,64 detik.
<i>Food And Baverage</i>	permasalahan mengenai kondisi <i>catering</i> yang harus meyesuaikan produktivitas <i>catering</i> yang semakin lama semakin meningkat, sehingga dikhawatirkan akan terjadi kualitas produksi yang tidak sesuai standar atau tidak stabil.	penerapan SOP	SOP	Rosita dkk (2020)	Waktu Produksi dapat dikurangi sebesar 10%

2.2. Dasar Teori

Pembahasan pada sub bab ini berisikan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan pada perusahaan Lestari *Catering*. Dalam pencarian teori-teori yang menyangkut permasalahan pada perusahaan, dilakukan penyesuaian terhadap mata kuliah yang pernah dipelajari sebelumnya seperti TIND38503 yaitu mata kuliah Perencanaan Fasilitas Manufaktur dan TIND42602 yaitu mata kuliah Perancangan Sistem Terintegrasi 2 yang kedua mata kuliah tersebut mengandung materi mengenai *layout*. Adapun dasar teori dari penelitian ini berisikan tentang tata letak fasilitas, perancangan operasi proses produksi, metode *System Layout Planning*, CRAFT, dan *Material handling*.

2.2.1. Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas adalah elemen penting pada perusahaan yang mencakup lokasi, desain bangunan, tata letak, serta *material handling* menurut Stephens dan Meyers (2013). Tata letak fasilitas berfungsi untuk mendukung produktivitas dan profitabilitas pada perusahaan, hal ini dapat dilihat dari efisiensi dan efektivitas proses operasi perusahaan. Tata letak fasilitas juga perlu menerapkan perubahan secara terus menerus. Perubahan ini ditujukan untuk mendukung perubahan yang terjadi pada beberapa tahun kedepan. Biasanya perubahan terjadi setiap 18 bulan karena adanya penyesuaian terhadap metode dan proses operasi pada era tertentu. Adapun beberapa karakteristik penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak fasilitas diantara lain adalah.

a. Fleksibilitas

Fasilitas yang fleksibel dapat menangani berbagai kebutuhan operasional tanpa memerlukan perubahan signifikan dalam struktur atau tata letak.

b. Modularitas

memungkinkan sistem dan komponen fasilitas bekerja secara efisien dalam berbagai tingkat operasional.

c. Kemampuan *Upgrade*

Fasilitas harus mampu mengintegrasikan kemajuan teknologi dan peralatan baru tanpa gangguan signifikan.

d. Adaptabilitas

Adaptabilitas berarti mempertimbangkan siklus penggunaan, musim, atau lonjakan permintaan yang mungkin terjadi.

e. Operasional Selektif

Pemahaman mendalam tentang operasi setiap segmen fasilitas memungkinkan perencanaan darurat yang lebih efektif. Contohnya, jika satu jalur produksi mengalami gangguan, perencanaan darurat memungkinkan pengalihan produksi ke jalur lain tanpa menghentikan operasional.

2.2.2. Proses Produksi

Menurut Heizer & Render(2013), proses produksi adalah rangkaian kegiatan yang mengubah *input* menjadi *output* melalui tahapan tertentu dalam organisasi. Jenis-jenis proses produksi. Berdasarkan sifat produksi, proses produksi dibagi menjadi beberapa jenis:

1. Jenis-Jenis Produksi

a. Proses Produksi Berdasarkan Arus Produksi

- i. Produksi secara terus menerus (*continuous procces*): Produksi yang dilakukan tanpa henti dengan volume besar dan jenis produk yang seragam.
- ii. Produksi Terputus-Putus (*Intermittent Process*): Produksi dilakukan dalam *batch* atau pesanan tertentu.

b. Proses Produksi Berdasarkan Teknik Produksi

- i. Produksi Manual: Menggunakan tenaga manusia secara langsung.
- ii. Produksi Mekanis: Menggunakan mesin tetapi masih dikendalikan manusia.
- iii. Produksi Otomatis: Menggunakan mesin dan teknologi otomatisasi seperti robotik.

c. Proses Produksi Berdasarkan Karakteristik Produk

- i. Produksi Massal: Produk diproduksi dalam jumlah besar dan seragam.
- ii. Produksi Kustom (*Custom Production*): Produk disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan.

2. Tahapan Proses Produksi

Proses produksi biasanya melalui tahapan berikut:

a. Perencanaan Produksi (*Production Planning*)

Menentukan jenis produk, jumlah, waktu, serta sumber daya yang dibutuhkan.

b. Pengendalian Produksi (*Production Control*)

Mengatur dan mengawasi jalannya produksi agar sesuai target.

c. Pelaksanaan Produksi (*Production Execution*)

Proses nyata pembuatan produk di pabrik atau fasilitas produksi.

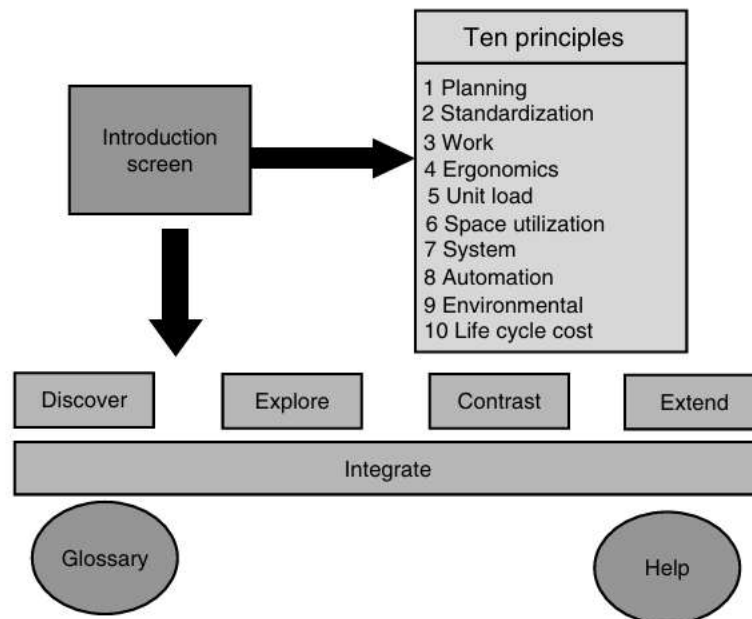
d. Evaluasi Produksi

Mengevaluasi hasil produksi untuk memastikan kualitas produk dan efisiensi proses.

2.2.3. *Material handling*

Menurut Tompkins dkk (2010), *material handling* adalah penanganan berbagai aktivitas menggunakan metode yang tepat dalam penyediaan jumlah *material* yang tepat pada tempat yang tepat di waktu yang tepat, dalam urutan yang tepat, dan biaya yang tepat. Hal ini menjadikan pandangan baru mengenai aktivitas dari perpindahan *material* yang sederhana menjadi jauh lebih luas lagi.

Menurut Ray, S. (2008) *material handling* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengangkut beberapa komponen dan *material* diantara berbagai tahap pemrosesan operasi. Dengan penggunaan *material handling*, diharapkan tidak adanya penambahan nilai pada suatu produk, sehingga tidak terjadi pemborosan. Adapun 10 prinsip penanganan *material handling* yang ada pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1. 10 Prinsip Penanganan *Material handling*

(Sumber: Heragu, 2008)

1. Perencanaan (*Planning*)

Prinsip perencanaan menekankan pentingnya perencanaan yang matang dan sistematis dalam proses penanganan *material*. Semua keputusan terkait

pemindahan, penyimpanan, dan pengelolaan *material* harus direncanakan sejak awal. Perencanaan ini melibatkan pihak-pihak terkait seperti manajer produksi, insinyur industri, dan operator lapangan untuk mencapai tujuan efisiensi.

2. Standarisasi (*Standardization*)

Standarisasi bertujuan untuk mengurangi variasi dalam peralatan dan metode yang digunakan. Dengan standarisasi, perusahaan dapat menghindari penggunaan peralatan atau metode yang tidak perlu sehingga biaya dan kompleksitas sistem dapat diminimalkan. Hal ini juga memudahkan pemeliharaan dan pelatihan pekerja.

3. Pekerjaan (*Work*)

Prinsip ini berfokus pada pengurangan aktivitas kerja yang berlebihan, tidak efisien, atau berulang dalam penanganan *material*. Dengan meminimalkan pekerjaan yang tidak perlu, energi, waktu, dan biaya dapat dihemat. Perbaikan proses kerja sering kali melibatkan analisis alur proses dan implementasi metode yang lebih efisien.

4. Ergonomi (*Ergonomics*)

Prinsip ergonomi bertujuan untuk menciptakan kondisi kerja yang lebih aman, nyaman, dan sehat bagi pekerja. Penggunaan peralatan yang dirancang secara ergonomis akan membantu mengurangi risiko cedera, kelelahan, dan meningkatkan produktivitas pekerja.

5. Beban Unit (*Unit Load*)

Penanganan *material* sebaiknya dilakukan dalam bentuk satuan muatan yang lebih besar dan efisien, bukan per potongan kecil. Contohnya adalah penggunaan palet, kontainer, atau kemasan yang memungkinkan *material* dipindahkan dalam jumlah banyak sekaligus. Prinsip ini mengurangi frekuensi pemindahan dan meningkatkan efisiensi operasional.

6. Pemanfaatan Ruang (*Space Utilization*)

Pemanfaatan ruang bertujuan untuk menggunakan area penyimpanan dan pemindahan seefisien mungkin. Penyimpanan vertikal (rak tinggi), pengaturan *layout* gudang yang optimal, dan sistem otomatisasi dapat meningkatkan kapasitas ruang serta mengurangi jarak tempuh pekerja.

7. Sistem (*System*)

Prinsip sistem menggarisbawahi pentingnya integrasi antara aktivitas penanganan *material* dengan sistem produksi, distribusi, dan pengelolaan inventaris. Semua elemen harus beroperasi sebagai satu kesatuan yang terkoordinasi untuk mencapai efisiensi maksimum.

8. Otomatisasi (*Automation*)

Penggunaan teknologi dan sistem otomatisasi, seperti konveyor, robot, atau AGV (*Automated Guided Vehicles*), dapat meningkatkan kecepatan, akurasi, dan efisiensi proses penanganan *material*. Prinsip ini sangat bermanfaat untuk operasi skala besar atau berulang.

9. Lingkungan (*Environmental*)

Prinsip ini berfokus pada penanganan *material* yang ramah lingkungan. Pemilihan peralatan hemat energi, pengurangan limbah, serta penggunaan kembali *material* (*recycling*) dapat membantu perusahaan menjaga keberlanjutan lingkungan.

10. Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

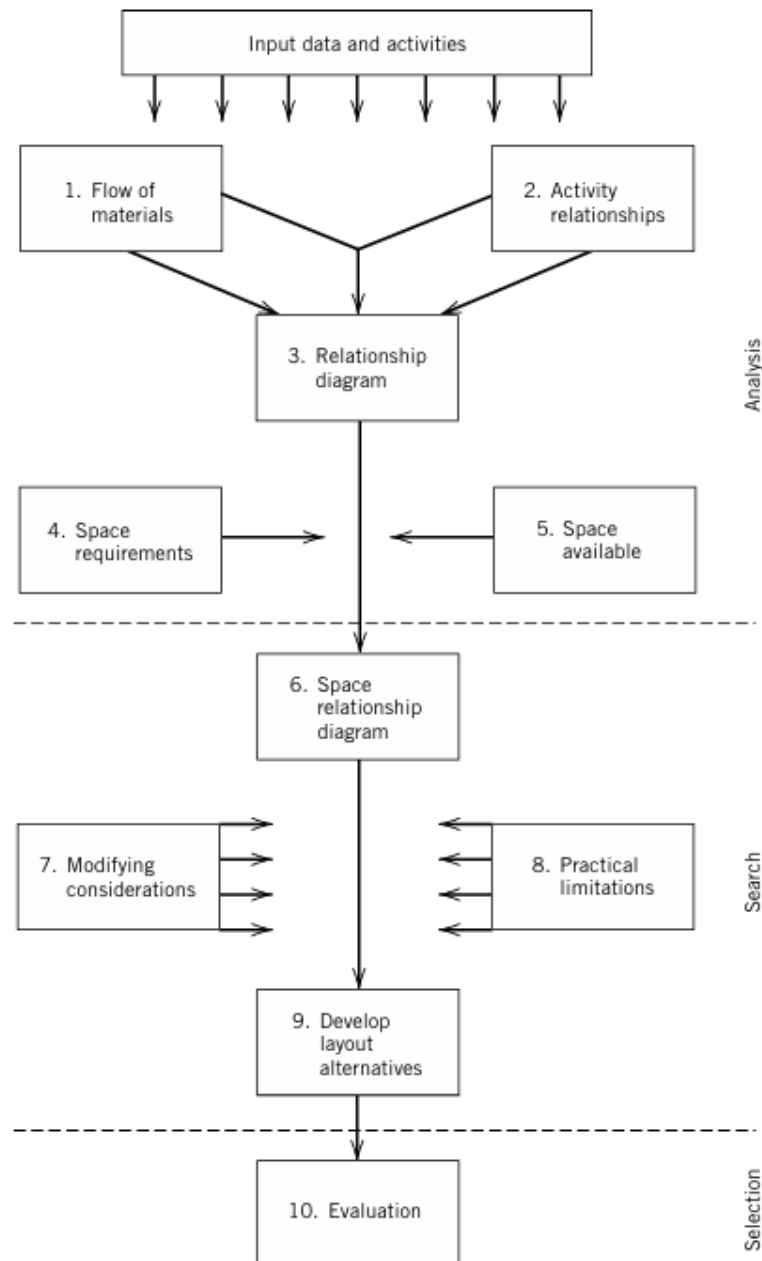
Prinsip ini mempertimbangkan biaya total selama masa pakai suatu peralatan atau sistem, bukan hanya biaya awal pembelian. Analisis siklus hidup mencakup biaya operasi, pemeliharaan, serta penggantian. Pendekatan ini memastikan investasi yang lebih ekonomis dalam jangka panjang.

2.2.4. System Layout Planning

Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) adalah salah satu pendekatan yang digunakan untuk merancang atau mengatur tata letak fasilitas seperti pabrik, gudang, atau kantor. Dalam perancangan fasilitas, tata letak yang baik sangat penting karena dapat mempengaruhi produktivitas dan efisiensi operasional. Dengan menggunakan metode SLP, tujuan utamanya adalah untuk memaksimalkan aliran *material*, informasi, atau orang di dalam sebuah ruang kerja. Hal ini sangat penting karena semakin efisien alur pergerakan bahan, barang, atau tenaga kerja, semakin rendah biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi atau pekerjaan.

Menurut Heragu (2008), metode SLP membantu kita untuk mengidentifikasi dan memahami kebutuhan tata letak fasilitas dengan lebih baik. Ini dilakukan dengan cara menganalisis hubungan antar aktivitas yang ada dalam fasilitas tersebut, misalnya hubungan antara proses produksi dengan gudang, atau antara ruang kerja dengan ruang rapat. Selain itu, SLP juga mempertimbangkan kebutuhan

ruang untuk masing-masing aktivitas tersebut. Apakah suatu area membutuhkan ruang yang luas ataukah cukup dengan ruang yang lebih kecil. Adapun kerangka kerja yang digunakan sebagai acuan untuk menerapkan metode SLP ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Diagram Alir Pembuatan Perencanaan SLP

(Sumber: Heragu, 2008)

Berdasarkan dari Gambar 2.2 dilakukan peninjauan hal terkait bagaimana alur proses untuk menerapkan metode SLP, hal tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. *Input Data dan Aktivitas*

- a. Aliran *material*,
- b. Hubungan antar aktivitas,
- c. Kebutuhan ruang, dan
- d. Batasan ruang yang tersedia.

2. Aliran *Material (Flow of Materials)*

Langkah ini menganalisis bagaimana *material* bergerak di sepanjang proses produksi atau operasional. Aliran *material* yang efisien akan meminimalkan jarak perjalanan dan waktu penanganan.

3. Hubungan Aktivitas (*Activity Relationships*)

Hubungan antar aktivitas atau departemen dievaluasi untuk menentukan kedekatan yang ideal. Aktivitas yang sering berinteraksi harus ditempatkan berdekatan.

4. Diagram Hubungan (*Relationship Diagram*)

Berdasarkan analisis hubungan aktivitas dan aliran *material*, diagram hubungan dibuat. Ini menunjukkan kedekatan atau keterkaitan antar area atau departemen.

5. Kebutuhan Ruang (*Space Requirements*)

Kebutuhan ruang untuk tiap aktivitas, departemen, atau fasilitas dianalisis. Kebutuhan ini mempertimbangkan faktor seperti peralatan, area kerja, dan penyimpanan.

6. Ruang yang Tersedia (*Space Available*)

Di sini, batasan atau ketersediaan ruang fisik yang ada dalam fasilitas diperhitungkan.

7. Diagram Hubungan Ruang (*Space Relationship Diagram*)

Diagram ini menggabungkan hubungan aktivitas dan kebutuhan ruang dalam satu skema. Diagram ini membantu mengidentifikasi *layout* yang paling logis.

8. Pertimbangan Modifikasi (*Modifying Considerations*)

Faktor tambahan seperti keselamatan, ergonomi, fleksibilitas, atau estetika dipertimbangkan untuk menyesuaikan desain tata letak.

9. Batasan Praktis (*Practical Limitations*)

Batasan fisik, seperti bentuk bangunan, tiang, atau area yang tidak dapat digunakan, diidentifikasi untuk memodifikasi tata letak.

10. Pengembangan Alternatif Tata Letak (*Develop Layout Alternatives*)

Berdasarkan semua data dan analisis, beberapa alternatif desain tata letak dikembangkan.

11. Evaluasi (*Evaluation*)

Alternatif tata letak dievaluasi berdasarkan kriteria seperti biaya, efisiensi, dan kepuasan operasional. Tata letak terbaik dipilih melalui perbandingan dan analisis.

Prinsip Dasar Metode SLP

- a. Analisis: Mengumpulkan data dan memahami kebutuhan operasional.
- b. Pencarian (*Search*): Mengembangkan diagram hubungan dan alternatif *layout*.
- c. Pemilihan (*Selection*): Memilih tata letak terbaik melalui evaluasi yang sistematis.

Metode SLP memastikan bahwa tata letak yang dihasilkan mendukung efisiensi operasional, aliran *material* yang optimal, dan pemanfaatan ruang secara maksimal.

2.2.6. Reed's Plant Layout Procedure

Dalam metode perancangan tata letak, Richard Reed merekomendasikan sebuah prosedur yang ia sebut "Systematic Plan of Attack". Prosedur ini mencakup langkah-langkah persiapan dan perencanaan yang terstruktur sebagai berikut:

- i. Menganalisis produk yang akan diproduksi.
- ii. Menentukan kebutuhan dan urutan proses untuk memproduksi produk tersebut.
- iii. Menyiapkan bagan-bagan pendukung untuk perencanaan tata letak.
- iv. Menetapkan jumlah dan jenis stasiun kerja yang dibutuhkan.
- v. Menganalisis kebutuhan ruang penyimpanan, baik untuk bahan baku maupun produk jadi.
- vi. Menentukan lebar minimum untuk jalur/gang (*aisle*).
- vii. Menetapkan kebutuhan untuk area perkantoran. Mempertimbangkan fasilitas dan layanan untuk personel (contoh: toilet, kantin, ruang istirahat).
- viii. Melakukan survei kondisi pabrik secara keseluruhan.

iMenyediakan alokasi ruang untuk kebutuhan ekspansi di masa depan.

Reed menekankan bahwa dari semua langkah tersebut, penggunaan bagan (*charts*) adalah bagian terpenting dalam keseluruhan proses perancangan tata letak. Bagan-bagan perencanaan ini terdiri dari beberapa elemen kunci sebagai berikut:

- i. Flow process yang mencakup operasional, transportasi, penyimpanan, serta inspeksi
- ii. Waktu standar untuk setiap operasi yang ada
- iii. Pemilihan dan keseimbangan mesin
- iv. Keseimbangan tenaga kerja dan seleksi
- v. Persyaratan ataupun kebutuhan untuk material handling

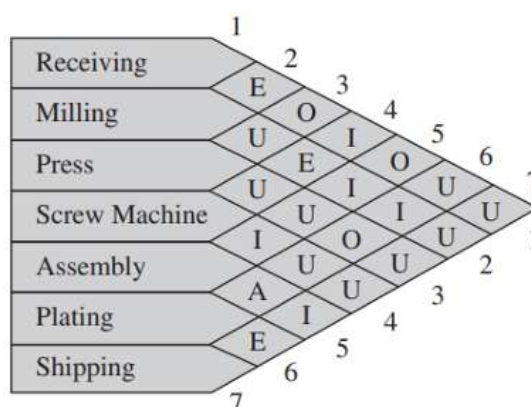
2.2.6. Activity Relationship Diagram (ARC)

Activity Relationship Diagram menurut (Stephen & Meyers, 2013) adalah sebuah digram yang menunjukkan hubungan antar departemen, kantor, dan ruangan lainnya. ARC menggambarkan hubungan kedekatan melalui sandi atau kode tertentu. Berikut merupakan keterangan sandi yang dapat digunakan pada ARC.

Tabel 2.2. Keterangan Sandi ARC

Sandi	Warna	Keterangan
A	Merah	<i>Absolutely necessary that these two departments be next to each other</i>
E	Kuning	<i>Especially important</i>
I	Hijau	<i>Important</i>
O	Biru	<i>Ordinary importance</i>
U	Putih	<i>Unimportant</i>
X	Cokelat	<i>Closeness undesirable</i>

Kemudian terdapat gambaran mengenai bentuk ARC sebagai acuan untuk membentuk hubungan kedekatan antar departemen.



Gambar 2.3. Diagram ARC

(Sumber: Stephen & Meyers, 2013)

2.2.6. *From-to-Chart* (FTC)

From-to-Chart adalah suatu teknik konvensional yang digunakan untuk menganalisis dan mengukur aliran *material*, informasi, atau orang di antara berbagai lokasi atau departemen dalam suatu fasilitas. Data dari *From-To-Chart* menjadi dasar utama untuk menentukan departemen mana yang harus diletakkan saling berdekatan. Departemen dengan interaksi (aliran) yang tinggi seharusnya ditempatkan sedekat mungkin untuk meminimalkan jarak dan biaya perpindahan.

2.2.7. Jarak

Dalam perancangan dan analisis tata letak fasilitas, perhitungan jarak antar departemen atau pusat aktivitas merupakan salah satu langkah fundamental. Jarak menjadi proksi dari biaya, waktu, dan usaha yang diperlukan untuk perpindahan *material* atau orang. Menurut Heragu (2008), pemilihan metode perhitungan jarak yang tepat sangat bergantung pada pola aliran dan sistem penanganan *material* yang digunakan dalam fasilitas tersebut. Terdapat beberapa metode yang umum digunakan untuk mengukur jarak, di antaranya adalah *Euclidean*, *Squared Euclidean*, *Rectilinear*, dan *Chebyshev*.

1. Jarak *Euclidean*

Jarak *Euclidean* adalah metode pengukuran jarak yang paling umum, yaitu dengan menarik garis lurus terpendek antara dua titik. Metode ini mengasumsikan bahwa *material* atau orang dapat bergerak lurus tanpa hambatan dari titik asal ke titik tujuan. Dalam sistem koordinat dua dimensi, jika titik asal adalah $P1 = (x_1, y_1)$ dan titik tujuan adalah $P2 = (x_2, y_2)$, maka jarak *Euclidean* (d_E) dihitung dengan menggunakan teorema Pythagoras. Berikut rumus perhitungan jarak *Euclidean*.

$$d_E = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2.1)$$

Menurut Heragu (2008), metode ini cocok digunakan untuk sistem penanganan *material* yang pergerakannya tidak terbatas pada jalur-jalur tertentu, seperti pergerakan *drone*, konveyor atas (*overhead conveyor*), atau forklift di area yang sangat luas dan terbuka.

2. Jarak *Squared Euclidean*

Jarak *Squared Euclidean* adalah variasi dari jarak *Euclidean* di mana hasil perhitungan akar kuadrat dihilangkan. Tujuannya adalah untuk memberikan bobot yang lebih besar pada objek atau departemen yang berjarak lebih jauh. Dalam banyak algoritma optimasi, penggunaan jarak kuadrat dapat menyederhanakan

proses perhitungan dan mempercepat konvergensi. Rumus untuk mencari jarak menggunakan *squared euclidean* adalah sebagai berikut.

$$d_{SE} = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 \quad (2.2)$$

Penggunaan metode ini seringkali bukan untuk mengukur jarak fisik, melainkan sebagai fungsi tujuan dalam algoritma penempatan fasilitas untuk menekan secara signifikan penempatan departemen yang berjauhan (Heragu, 2008).

3. Jarak *Rectilinear*

Jarak *Rectilinear*, juga dikenal sebagai jarak Manhattan atau *city block distance*, mengukur jarak dengan menjumlahkan nilai absolut dari selisih koordinat sumbu-x dan sumbu-y. Metode ini mengasumsikan pergerakan terbatas pada jalur-jalur yang saling tegak lurus (membentuk sudut 90 derajat), menyerupai pergerakan di blok-blok perkotaan. Adapun pencarian jarak *rectilinear* menggunakan rumus sebagai berikut.

$$d_R = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (2.3)$$

Heragu (2008) menyatakan bahwa metode ini adalah yang paling umum dan paling sesuai untuk diterapkan pada mayoritas tata letak pabrik atau fasilitas dalam ruangan. Hal ini karena sistem penanganan *material* seperti *forklift* maupun pergerakan manusia umumnya mengikuti lorong atau koridor yang lurus dan berbelok siku.

4. Jarak *Chebyshev*

Jarak *Chebyshev* mengukur jarak sebagai nilai maksimum dari selisih absolut pada setiap sumbu koordinat. Adapun untuk mencari jarak menggunakan cara ini melalui persamaan berikut.

$$d_C = \max (|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|) \quad (2.4)$$

Metode ini, menurut Heragu (2008), relevan untuk sistem penanganan *material* di mana pergerakan pada sumbu-x dan sumbu-y dapat terjadi secara simultan dan dengan kecepatan yang sama. Contohnya adalah pada *bridge crane* atau beberapa jenis sistem *Automated Storage and Retrieval System (AS/RS)* di mana pergerakan horizontal dan vertikal dapat dikoordinasikan untuk mencapai titik tujuan dalam waktu yang ditentukan oleh jarak terpanjang di salah satu sumbu.