

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dibuat untuk mendapatkan informasi terkait dengan bagaimana penelitian-penelitian terdahulu dapat diselesaikan untuk membantu dalam penyelesaian permasalahan penelitian saat ini yaitu fasilitas yang belum tersedia terutama pada bagian *packing*. Dengan adanya tinjauan pustaka, maka dapat diketahui beberapa metode maupun solusi yang dibutuhkan untuk penyelesaian masalah yang ada. Adapun, tinjauan pustaka disusun dengan melakukan pencarian beberapa jurnal di Google Scholar.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai perancangan tata letak fasilitas pada bagian pengemasan dapat ditemukan pada beberapa penelitian. Arini dkk (2022) menggunakan metode *Activity Relationship Chart* (ARC). Metode ini digunakan untuk merancang tata letak fasilitas pengemasan yang optimal agar dapat mengurangi kesalahan dalam pengemasan dan meningkatkan produktivitas serta efisiensi dalam proses pengemasan. Penelitian mengenai perancangan tata letak fasilitas lini produksi yang menggunakan metode *Activity Relationship Chart* (ARC) juga dapat ditemukan pada penelitian Mufti dan Putra (2017). Metode ARC digunakan untuk melakukan *relayout* tata letak pabrik dari *process layout* menjadi *product layout* agar dapat mengurangi jarak *material handling* dan mengurangi *flow time*. Anggono (2019) menggunakan beberapa metode, yakni *Operational Process Chart* (OPC), *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), dan *Ongkos Material Handling* (OMH). Keempat metode ini digunakan untuk menghasilkan beberapa alternatif rancangan *layout* untuk memberikan jarak yang pendek dengan ongkos *material handling* yang kecil pada penggunaan aliran A.

Perancangan tata letak fasilitas juga dilakukan pada penelitian Abualsaud dkk (2019) menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Metode ini diterapkan untuk melakukan evaluasi dan melakukan peningkatan pada kinerja tata letak fasilitas yang ada serta melakukan identifikasi pada desain tata letak yang optimal agar dapat meningkatkan efisiensi serta produktivitas tenaga kerja dan kinerja mesin. Penelitian mengenai perancangan

tata letak fasilitas juga dapat ditemukan pada penelitian Suryadi dkk (2016). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Rank Positional Weight*, *Region Approach*, *Largest Candidate Rule*, *Trial and Error*. Metode ini digunakan untuk menentukan dan memilih *layout* usulan yang nantinya dapat diterapkan pada perusahaan untuk meningkatkan produksi yang signifikan.

Penelitian mengenai perancangan tata letak fasilitas produksi banyak menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) seperti yang dapat ditemukan pada penelitian Adiasa dkk (2020), Lasut dkk (2019), Shewale dkk (2012), serta Patil dan Kuber (2014). Metode SLP digunakan untuk menghasilkan alternatif *layout* agar dapat meningkatkan produktivitas dan memberikan efisiensi pada saat melakukan proses produksi serta memanfaatkan ruang secara optimal terutama jika terdapat investasi fasilitas yang baru seperti mesin. Selain menggunakan metode SLP, penelitian mengenai perancangan tata letak fasilitas dilakukan dengan metode yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Adiyanto dan Paldo (2019) membahas mengenai perancangan tata letak fasilitas dengan metode *Automated Layout Design Problem* (ALDEP). Metode ini digunakan untuk menghasilkan enam alternatif *layout* untuk memenuhi permintaan pada kerajinan kayu yang masih belum dapat dipenuhi karena terdapat *backtracking* yang tinggi pada tata letak fasilitas di UKM Eko Bubut.

Penelitian yang dilakukan oleh Polewangi dkk (2015) juga membahas terkait dengan perancangan tata letak fasilitas lini produksi menggunakan metode *Apple's Plant Layout Procedure*. Metode ini digunakan untuk menghasilkan aliran material yang teratur dalam bentuk U *shape* agar dapat menyeimbangkan lintasan serta melancarkan proses produksi. Penelitian Mulyawaty (2016) membahas mengenai perancangan tata letak fasilitas lini produksi menggunakan metode *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *Activity Relationship Diagram* (ARD). Metode ini digunakan untuk memberikan beberapa usulan rancangan tata letak agar perusahaan dapat memulai proses produksi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Susanto dan Sari (2019) membahas mengenai penambahan fasilitas mesin untuk memenuhi target produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode ini digunakan dalam menentukan ataupun memperhitungkan jumlah mesin yang dibutuhkan untuk memenuhi target produksi. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Wardaveira dkk (2013) juga membahas mengenai penambahan fasilitas

mesin untuk memenuhi permintaan pasar. Metode yang digunakan untuk penelitian yang dilakukan yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Metode ini digunakan untuk menghitung kebutuhan mesin dan jumlah tenaga kerja serta pembuatan SOP untuk memenuhi permintaan pasar. Terdapat pula penelitian yang dilakukan oleh Rani (2019) mengenai penambahan fasilitas mesin untuk meningkatkan kapasitas produksi sesuai dengan permintaan konsumen. Metode yang digunakan pada penelitian yang dilakukan yaitu *Capacity Planning Base Case*. Metode ini digunakan untuk menentukan penambahan fasilitas mesin karena perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen.

Penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas serta aliran material yang efisien dilakukan pada penelitian Watanapa dkk (2011). Penelitian ini menggunakan metode *line balancing*. Metode ini digunakan untuk meningkatkan aliran material untuk aliran material yang tidak efisien pada setiap bagian operasi serta *line* yang tidak *balance* dalam alokasi SDM serta penempatan mesin yang membutuhkan investasi. Penelitian Adnan dkk (2016) membahas terkait dengan peningkatan efisiensi pada proses produksi untuk penempatan yang tidak efisien serta waktu produksi dengan siklus yang tinggi. Metode yang digunakan yaitu *line balancing* dan *lean manufacturing*. Metode ini digunakan untuk meningkatkan garis produksi secara signifikan. Penelitian yang membahas mengenai peningkatan produktivitas juga dilakukan pada penelitian Ramos dkk (2015). Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing* dan simulasi. Metode ini digunakan untuk meningkatkan produktivitas pada lini pengemasan agar dapat memberikan keseimbangan aliran dan hasil produksi dapat memenuhi permintaan.

Penelitian Sridhar dkk (2017) membahas mengenai penataan ulang setiap tugas yang diberikan pada masing-masing stasiun kerja untuk produktivitas yang rendah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *line balancing*. Metode ini digunakan untuk melakukan penataan ulang pada setiap stasiun kerja untuk produktivitas yang rendah, efisiensi yang rendah, dan ketidakseimbangan antara pekerja dan beban kerja yang diterima agar dapat memberikan peningkatan produksi serta efisiensi yang signifikan. Tidak hanya itu, Vardhan dan Narayan (2015) melakukan penelitian terkait dengan perancangan sistem kontrol otomatis. Metode yang digunakan yaitu *Taguchi* menggunakan *software* RSLogix 500. Metode ini digunakan untuk mengembangkan sistem kontrol otomatis untuk produk dengan posisi yang tidak tepat serta waktu berhenti botol dan nampan yang tidak tepat.

Tabel 2.1. Ringkasan Tinjauan Pustaka

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Anggono (2019)	PT Z	Keinginan membuat produk baru yaitu gasket kulkas	<i>Operational Process Chart (OPC), Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan Ongkos Material Handling (OMH)</i>	Terdapat dua alternatif rancangan tata letak aliran A dan B. Rancangan <i>line A</i> dengan jarak terpendek serta OMH yang paling murah	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di bab 3
Adiyanto dan Paldo (2019)	UKM Eko Bubut	Permintaan yang banyak untuk kerajinan kayu, tetapi jumlah pesanan belum dapat dipenuhi, karena terdapat <i>backtracking</i> yang tinggi pada tata letak fasilitas UKM Eko Bubut.	<i>Automated Layout Design Problem (ALDEP)</i>	Terdapat 6 alternatif <i>layout</i> . Alternatif <i>layout</i> 6 sebagai alternatif terbaik. Alternatif <i>layout</i> 6 memiliki <i>score</i> 513 dengan perpindahan 104,43 m serta nilai OMH sebesar Rp 7.632,82.-	Pertimbangan alternatif <i>layout</i> untuk alternatif solusi di subbab 3.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Adiasa dkk (2020)	CV Apindo Brother Sukses	Tata letak yang tidak tepat menyebabkan waktu pemindahan bahan menjadi tidak efektif karena jarak antar stasiun yang jauh	<i>Systematic Layout Planning (SLP)</i>	Terdapat rancangan <i>layout</i> proses produksi yang baru dan aliran proses pelapisan menjadi lebih pendek dan efektif dibandingkan aliran proses awal.	<i>Brainstorming</i> metode SLP untuk alternatif solusi yang terpilih di subbab 3.3.
Lasut dkk (2019)	PT Meprofarm	Peningkatan produktivitas tidak dapat dilakukan karena tata letak perusahaan yang tidak optimal yang penempatan tiap ruang produksi tidak sesuai dengan alur produksi	<i>Systematic Layout Planning (SLP)</i>	Terdapat dua rancangan usulan <i>layout</i> perusahaan dan terdapat penambahan <i>conveyor</i> . Rancangan tata letak kedua memiliki nilai OMH paling kecil yaitu sebesar Rp 944.352,17.-	<i>Brainstorming</i> metode SLP untuk alternatif solusi yang terpilih di subbab 3.3.
Watanapa dkk (2011)	Pabrik katrol	Aliran material yang tidak efisien pada setiap bagian operasi, <i>line</i> yang tidak <i>balance</i> dalam alokasi SDM, penempatan mesin yang membutuhkan investasi.	<i>Line balancing</i> dengan bantuan simulasi menggunakan aplikasi Arena	Terdapat alokasi bagian pemecahan, penyelesaian permukaan, dan inspeksi dengan tujuan untuk meningkatkan aliran material yang lebih efisien, maka jarak aliran material dapat dikurangi serta terdapat peningkatan produktivitas	<i>Brainstorming</i> untuk alternatif solusi yang terpilih di subbab 3.2,

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Shewale dkk (2012)	Pabrik produksi kompresor	Jarak perpindahan material yang cukup panjang mengakibatkan waktu dan energi menjadi terboros, area pabrik tidak dimanfaatkan secara optimal, efisiensi yang kurang dalam penggunaan alat <i>material handling</i> , serta ruang penyimpanan bahan baku yang terbatas, aliran material yang terputus menyebabkan proses manufaktur menjadi terlambat	<i>Systematic Layout Planning (SLP)</i>	Jarak perpindahan material menjadi berkurang, dan penggunaan alat <i>material handling</i> serta pemanfaatan ruang menjadi optimal. Dengan begitu, terdapat keberhasilan dalam meningkatkan produktivitas serta efisiensi terutama di dalam melakukan proses produksi kompresor	<i>Brainstorming</i> metode SLP untuk alternatif solusi yang terpilih di bab 3
Abualsaud dkk (2019)	Perusahaan FalconPack	Tata letak pabrik yang kurang efisien memberikan waktu perjalanan yang tinggi untuk pekerja maupun material serta mempengaruhi produktivitas tenaga kerja serta kinerja mesin. Selain itu, terdapat kebutuhan perkiraan untuk perluasan area di masa depan untuk permintaan produk baru yang meningkat	<i>Six Sigma DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)</i>	Tata letak yang terpilih yaitu alternatif pertama dengan efisiensi yang tinggi dan biaya desain yang paling rendah serta terdapat penambahan kebutuhan area untuk ekspansi di masa depan untuk permintaan produk baru.	Pertimbangan pemilihan desain tata letak untuk jalur produksi yang baru di subbab 3.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Vardhan dan Narayan (2015)	Botol dan nampan pada sebuah sistem <i>conveyor</i>	Posisi yang tidak tepat, waktu berhenti botol serta nampan yang terdapat pada stasiun pengisian, dimensi yang salah serta jenis material dan orientasinya yang tidak tepat	<i>Taguchi</i> dengan penggunaan <i>software</i> RSLogix 500	Terdapat pengembangan sistem kontrol otomatis untuk pemantauan serta pengendalian jenis objek yang berbeda secara simultan pada sebuah konveyor	Pertimbangan penggunaan sensor untuk menggerakkan objek di subbab 3.2.
Adnan dkk (2016)	Lini produksi pada otomotif <i>jack</i> di AutokeenSdn. Bhd. (AKSB)	Penempatan yang tidak efisien yang menyebabkan pekerja harus berjalan jauh untuk pengambilan bagian, peningkatan waktu pengambilan, ketidakseimbangan jumlah tenaga kerja dan menimbulkan beban kerja yang tidak seimbang antar pekerja, serta waktu produksi dengan siklus yang tinggi yang dapat mempengaruhi efisiensi dari seluruh lini produksi	<i>Line Balancing</i> dan <i>Lean Manufacturing</i>	Terdapat peningkatan pada lini produksi secara signifikan. Peningkatan efisiensi dari 61% menjadi 77% setelah dilakukan pengurangan pada waktu siklus menjadi 310,53 detik. Beban kerja juga dapat diseimbangkan sehingga efisiensi meningkat dan terdapat <i>balance</i> dalam keseluruhan lini produksi.	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Sridhar dkk (2017)	Industri <i>bearing</i>	Produktivitas yang rendah, biaya yang dikeluarkan tinggi, serta efisiensi yang rendah, ketidakseimbangan antara pekerja dan beban kerja	<i>Line Balancing</i> dengan penggunaan <i>software</i> Timer Pro	Penataan ulang tugas pada setiap stasiun kerja memberikan peningkatan produksi serta efisiensi yang signifikan.	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2. dan pertimbangan <i>cost</i> di subbab 7.1 dan 7.2.
Susanto dan Sari (2019)	PT Star Fashion Ungaran	Target produksi yang tidak terpenuhi karena kekurangan mesin	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	Terdapat investasi mesin baru sebanyak 14 unit mesin jahit, 3 unit mesin obras 4 unit mesin pemasang kancing, dan 1 unit pelubang kancing	Pertimbangan penambahan mesin di subbab 3.2.
Wardaveira dkk (2013)	PT Kimia Farma (Persero) Tbk Plant Watudakon	Permintaan yang tidak terpenuhi karena pada divisi <i>packaging</i> tidak terdapat fasilitas yang cukup	Analisis kuantitatif (menghitung kapasitas mesin dan jumlah tenaga), analisis kualitatif (membuat SOP)	Pemenuhan permintaan pasar dengan tambahan dua mesin serta pada divisi <i>packaging</i> dibutuhkan tenaga kerja sebanyak 8 orang yang terbagi menjadi 2 orang operator untuk bagian <i>packaging</i> primer dan <i>packaging</i> sekunder.	Pertimbangan untuk jumlah penambahan mesin di subbab 3.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Patil dan Kuber (2014)	Perusahaan otomotif skala menengah	Tata letak pabrik dengan aliran material pada jalur perakitan yang masih belum efisien, serta ruang yang tidak dimanfaatkan secara optimal	<i>Systematic Layout Planning (SLP)</i>	Terdapat kebutuhan mesin baru, pemanfaatan ruang sudah dapat digunakan secara optimal terutama dalam <i>project</i> , meminimasi waktu <i>material handling</i> , biaya untuk tenaga kerja, serta biaya transportasi.	<i>Brainstorming</i> metode untuk alternatif solusi yang terpilih di subbab 3.3 dan pertimbangan pembukaan <i>line packing</i> baru di subbab 3.2.
Rani (2019)	PT XYZ	Perusahaan yang tidak dapat memenuhi permintaan konsumen padahal permintaan konsumen terus meningkat	<i>Capacity Planning Base Case</i>	Terdapat penambahan satu mesin pada tahun ke-3 untuk melakukan peningkatan kapasitas produksi sandal sesuai dengan permintaan konsumen	Pertimbangan penambahan jumlah mesin di subbab 3.2.
Suryadi dkk (2016)	PT Fariza	Sistem perakitan yang terdapat pada stasiun jahit maupun fasilitas rantai produksi yang dimiliki saat ini tidak dapat mendukung ataupun memenuhi target produksi yang ada	<i>Rank Positional Weight, Region Approach, Largest Candidate Rule, Trial and Error</i>	Terdapat <i>layout</i> usulan yang terpilih dan <i>output layout</i> yang diterapkan membuat peningkatan yang signifikan daripada <i>output</i> awal	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Arini dkk (2022)	PT Adi Satria Abadi Yogyakarta	Waktu yang lama dalam pemindahan dan pencarian komponen material serta ukuran material yang tidak sesuai sehingga terdapat kesalahan dalam proses pengemasan	<i>Activity Relationship Chart (ARC)</i>	Tata letak fasilitas pengemasan dapat dioptimalkan sehingga mengurangi kesalahan dalam ukuran material kemasan serta meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses pengemasan	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2.
Mufti dan Putra (2017)	PT Avesta	Terdapat aliran <i>backtracking</i> yang menyebabkan jarak total MH menjadi panjang dan <i>flow time</i> menjadi panjang.	<i>Activity Relationship Chart (ARC)</i>	Tata letak pabrik dilakukan <i>relayout</i> dari <i>process layout</i> menjadi <i>product layout</i> , jarak <i>material handling</i> menjadi berkurang, dan <i>flow time</i> menjadi lebih pendek	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2.
Polewangi dkk (2015)	PT XYZ	Terdapat lintasan yang tidak seimbang sehingga mengganggu kelancaran produksi	<i>Apple's Plant Layout Procedure</i>	Aliran material menjadi teratur dalam bentuk U <i>shape</i> , jarak perpindahan material menjadi berkurang, dan kapasitas produksi mencapai 98% dari 93,1%	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2 dan pertimbangan pemilihan metode pada subbab 3.3.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian	Informasi yang Digunakan
Mulyawaty (2016)	PT Agung Surya Langgeng Makmur	Perusahaan belum memulai produksi karena penataan lantai produksi yang belum ditentukan secara optimal	<i>Activity Relationship Chart (ARC)</i> dan <i>Activity Relationship Diagram (ARD)</i>	Terdapat beberapa usulan rancangan tata letak, terdapat identifikasi hubungan antar mesin.	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2.
Ramos dkk (2015)	Perusahaan Bi-silque S.A. (Perusahaan Portugis)	Lini pengemasan yang tidak seimbang sehingga hasil produksi tidak memenuhi permintaan.	<i>Lean Manufacturing</i> dan Simulasi	Terdapat peningkatan produktivitas pada lini pengemasan sebesar 40%	<i>Brainstorming</i> alternatif solusi di subbab 3.2.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Definisi Perencanaan Fasilitas

Menurut Tompkins dkk (2010), fasilitas menjadi suatu bagian yang esensial terutama untuk koneksi secara garis besar pada tingkatan yang dibutuhkan dalam hal keunggulan *supply chain*. Dengan begitu, setiap organisasi atau semua yang terlibat dalam *supply chain* harus melakukan perencanaan fasilitas sambil melakukan pertimbangan dengan mitra rantai pasokannya. Adapun, untuk perencanaan fasilitas yang tepat di sepanjang rantai pasokan akan memberikan kepastian terkait dengan produk yang akan mengikuti rangkaian atau alur rantai pasokan yang tepat dengan tujuan kepuasan pelanggan terakhir.

2.2.2. Tujuan Perencanaan Fasilitas

Seperti yang dinyatakan oleh Tompkins dkk (2010), perencanaan fasilitas memiliki tujuan terutama dalam *supply chain* yang digunakan untuk mempertahankan keunggulan kompetitif strategis serta mendorong kepuasan pelanggan. Adapun, tujuan perencanaan fasilitas sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kepuasan pelanggan atau *consumer* dengan mengajak kerja sama untuk membangun bisnis bersama, melakukan penyesuaian terkait dengan keinginan pelanggan, serta memberikan tanggapan terhadap kebutuhan pelanggan atau *consumer needs*.
- b. Melakukan peningkatan terkait dengan *return on investment* (ROI) dengan melakukan beberapa hal seperti menggunakan perputaran persediaan secara maksimal, mengurangi inventaris yang telah lama, memaksimalkan partisipasi dari sumber daya manusia, dan memberikan perbaikan berkelanjutan atau *continuous improvement* dengan maksimal.
- c. Dapat memberikan tanggapan yang cepat secara maksimal terhadap *consumer* yang memberikan respons yang cepat.
- d. Biaya yang dikeluarkan akan lebih sedikit serta memberikan peningkatan terkait dengan keuntungan yang ada atau profitabilitas pada rantai pasokan
- e. Dengan adanya perencanaan fasilitas, rantai pasokan yang telah menjalani kerja sama serta komunikasi akan terintegrasi
- f. Dapat memberikan dukungan pada visi perusahaan dengan meningkatkan *material handling*, *material control*, serta tata letak yang baik.
- g. Manusia, peralatan, ruang, dan energi yang ada dapat dimanfaatkan dengan efektif

- h. Dengan perencanaan fasilitas, ROI dapat dimaksimalkan pada investasi yang ada.
- i. Dapat dengan mudah melakukan adaptasi serta *maintenance*
- j. Menyediakan beberapa hal terkait dengan keselamatan sumber daya manusia yang ada, memberikan kepuasan kerja, serta dapat meningkatkan efisiensi energi dan bertanggung jawab atas lingkungan
- k. Dapat memberikan jaminan pada keberlanjutan, keberlangsungan, dan *resilience* (ketahanan).

2.2.3. Tahapan Perencanaan Fasilitas

Menurut Tompkins dkk (2010), tahap perencanaan fasilitas secara konvensional diterapkan dalam menentukan ataupun merencanakan fasilitas adalah sebagai berikut:

a. Mendefinisikan Tujuan Fasilitas

Dalam tahap ini, perancang harus menentukan tujuan fasilitas. Penentuan tujuan fasilitas dilakukan untuk mengetahui apakah merencanakan fasilitas yang baru atau memberikan peningkatan pada fasilitas yang tersedia diperlukan

b. Menentukan *Primary* dan *Support Activities* dalam Mencapai Tujuan

Pada tahap ini, harus mengetahui terkait dengan *primary* dan *support activities* yang akan dilaksanakan untuk mendapatkan target yang diinginkan. Tidak hanya itu, perancang juga harus memperhatikan terkait dengan persyaratan yang harus dipenuhi dalam hal ketentuan operasional, peralatan atau *equipment*, sumber daya manusia, dan aliran material. Perancang juga harus melakukan analisis terkait dengan volume serta tingkat aktivitas maupun fungsi dari fasilitas yang ada dalam *supply chain*.

c. Menentukan Keterkaitan Antar Aktivitas Setiap Departemen

Pada tahap ini, perancang harus menentukan ataupun membuat diagram keterkaitan antar semua aktivitas pada proses produksi. Selain itu, perancang juga harus menetapkan terkait dengan bagaimana interaksi antar aktivitas ataupun mendukung satu sama dalam beberapa fasilitas serta cara hal tersebut dilakukan. Adapun, untuk relasi antara kuantitatif dan kualitatif harus bisa tetap diinterpretasikan.

d. Menentukan Kebutuhan Ruang untuk Semua Aktivitas

Setelah melakukan analisis masalah, perancang juga harus menghitung ataupun menentukan kebutuhan ruang untuk setiap aktivitas yang ada. Dalam menentukan

kebutuhan ruang, perancang harus mempertimbangkan semua peralatan, material, dan kebutuhan sumber daya manusia. Setelah menentukan kebutuhan ruang, maka perancang dapat memberikan rencana alternatif fasilitas. Dalam penyusunan rencana alternatif fasilitas, dapat mencakup alternatif penempatan fasilitas dan desain alternatif untuk fasilitas. Selain itu, alternatif desain fasilitas juga akan terdiri dari tata letak alternatif desain, desain yang struktural, serta desain dalam sistem alat penanganan material. Penetapan lokasi dan perancangan tata letak fasilitas dapat dilakukan secara terpisah.

e. Menghasilkan Alternatif Rancangan Fasilitas

Pada tahap ini, dihasilkan beberapa alternatif yang digunakan untuk membantu merancang dan mencakup alternatif lokasi fasilitas dan desain alternatif untuk fasilitas yang akan digunakan. Adapun, alternatif desain fasilitas meliputi tata letak, struktur, dan sistem alat penanganan material.

f. Melakukan Evaluasi Terhadap Alternatif Rancangan Fasilitas

Pada tahap ini, alternatif yang telah ada kemudian diberikan *scale* ataupun peringkat. Pada setiap masing-masing faktor, dilakukan penentuan faktor subyektif yang menjadi bagian di dalamnya dan melakukan pertimbangan terkait dengan beberapa faktor yang ada tersebut memberikan pengaruh pada fasilitas ataupun operasinya.

g. Memilih Desain yang Sesuai

Setelah melakukan evaluasi terhadap alternatif, maka tahap selanjutnya yaitu memilih desain yang bertujuan untuk menentukan desain fasilitas yang dapat diterima maupun memenuhi tujuan serta target dari organisasi itu sendiri. Selain itu, diketahui juga bahwa biaya bukan menjadi hal utama dalam pertimbangan melakukan evaluasi rancangan fasilitas. Informasi yang nantinya sudah ditetapkan harus tetap dipakai terutama dalam keputusan akhir perencanaan

h. Melakukan Implementasi Desain

Langkah selanjutnya yaitu mengimplementasikan desain yang sudah terpilih. Setelah rencana ataupun desain telah terpilih, maka harus terdapat beberapa perencanaan lain sebelum dilakukan pembangunan fasilitas atau tata letak suatu tempat. Adapun, tahap implementasi perencanaan fasilitas juga salah satunya yaitu melakukan pengawasan terkait dengan instalasi tata letak, persiapan sebelum dijalankan, kemudian proses menjalankan serta melakukan *debugging*

i. Melakukan *Maintenance* dan *Adopt* pada Rencana Fasilitas

Setelah melakukan pengimplementasian perencanaan fasilitas, terdapat pula proses pemeliharaan dan penyesuaian rencana fasilitas. Pada saat terdapat perencanaan fasilitas baru, tentu saja ada persyaratan yang diberikan, maka seluruh rencana fasilitas harus diubah sesuai dengan syarat baru yang ada. Salah satu hal yang dapat dilakukan dengan penghematan energi ataupun peningkatan pada penggunaan *material handling* yang tersedia, serta pola aliran.

j. Mendefinisikan Ulang Tujuan dari Fasilitas

Selain itu, proses yang penting dilakukan juga yaitu melakukan pendefinisian kembali terkait dengan tujuan fasilitas. Perlu dilakukan identifikasi produk yang akan diproduksi ataupun jasa yang akan diberikan dengan lebih spesifik maupun terukur. Fasilitas yang sudah ada, apabila akan mengalami perubahan, maka seluruh perubahan harus diketahui serta perlu dilakukan pertimbangan maupun digabungkan pada perencanaan *layout*.

2.2.4. Prosedur *Layout*

Menurut Tompkins dkk (2010), terdapat sejumlah prosedur yang berbeda-beda dan telah dikembangkan untuk membantu di dalam melakukan perencanaan fasilitas untuk mengembangkan alternatif *layout*. Adapun, pada prosedur *layout* ini, terdapat dua kategori yang menjadi bagian utama yaitu tipe *construction* dan tipe *improvement*. Pada tipe *construction*, memiliki dasar yang melibatkan pengembangan *layout* yang baru. Adapun, untuk tipe *improvement* berarti mengembangkan *layout* menggunakan *layout* yang ada dengan mengupayakan perbaikan pada *layout* yang ada. Selain itu, pada prosedur *layout* ini juga terdapat beberapa prosedur yang dikembangkan oleh beberapa ahli yang terdiri dari:

a. Apple's *Plant Layout Procedure*

Apple memberikan usulan di dalam melakukan perencanaan fasilitas dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- i. Melakukan pengadaan untuk data dasar
- ii. Melakukan analisis pada data yang didapatkan
- iii. Melakukan perancangan untuk proses yang produktif
- iv. Melakukan perencanaan untuk pola aliran material
- v. Melakukan pertimbangan kembali terkait dengan rencana untuk *material handling* secara umum
- vi. Melakukan perhitungan untuk kebutuhan *tools and equipment*

- vii. Melakukan perencanaan pada stasiun kerja masing-masing
- viii. Memilih *material handling equipment* tertentu
- ix. Melakukan koordinasi pada sekelompok operasi yang berkaitan
- x. Melakukan perancangan untuk kegiatan yang saling berkaitan
- xi. Menentukan kebutuhan untuk ruang penyimpanan
- xii. Melakukan perencanaan untuk bagian pelayanan dan aktivitas *auxiliary*
- xiii. Memperhitungkan *space* yang dibutuhkan
- xiv. Melakukan alokasi kegiatan pada total ruang yang ada
- xv. Mempertimbangkan tipe bangunan
- xvi. Membangun *layout* yang utama
- xvii. Melakukan evaluasi dengan penyesuaian yang diperlukan serta mendapatkan masukan dari ahli untuk finalisasi *layout* yang dirancang
- xviii. Mendapatkan izin dan persetujuan
- xix. Melakukan instalasi pada *layout* yang sudah direncanakan
- xx. Melakukan implementasi lebih lanjut terkait dengan *layout*

b. Reed's Plant Layout Procedure

Dalam pengembangan metode *layout* Reed, Reed memberikan rekomendasi untuk prosedur yang dinamakan *systematic plan of attack*. Adapun, beberapa langkah yang diperlukan dalam perencanaan dan persiapan *layout* menurut Reed sebagai berikut:

- i. Melakukan analisis produk yang akan diproduksi nantinya
- ii. Menetapkan kebutuhan proses dalam memproduksi produk
- iii. Mempersiapkan *charts* terkait dengan perencanaan *layout*
- iv. Menetapkan stasiun kerja yang dibutuhkan
- v. Melakukan analisis terkait dengan kebutuhan ruang penyimpanan
- vi. Menentukan lebar gang minimum
- vii. Menentukan beberapa persyaratan di kantor
- viii. Memberikan pertimbangan untuk fasilitas serta layanan secara personal
- ix. Pelayanan atau jasa survey pabrik
- x. Memberikan persediaan terkait dengan ekspansi di masa depan

Selain itu, Reed juga menyatakan bahwa *charts* atau bagan yang berisi perencanaan *layout* menjadi bagian yang paling penting dari keseluruhan bagian proses *layout*. Dengan begitu, *charts* tersebut terdiri dari beberapa hal 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*

Adapun, untuk *layout planning chart* seperti yang dinyatakan oleh Reed dapat dilihat pada Gambar 2.1.

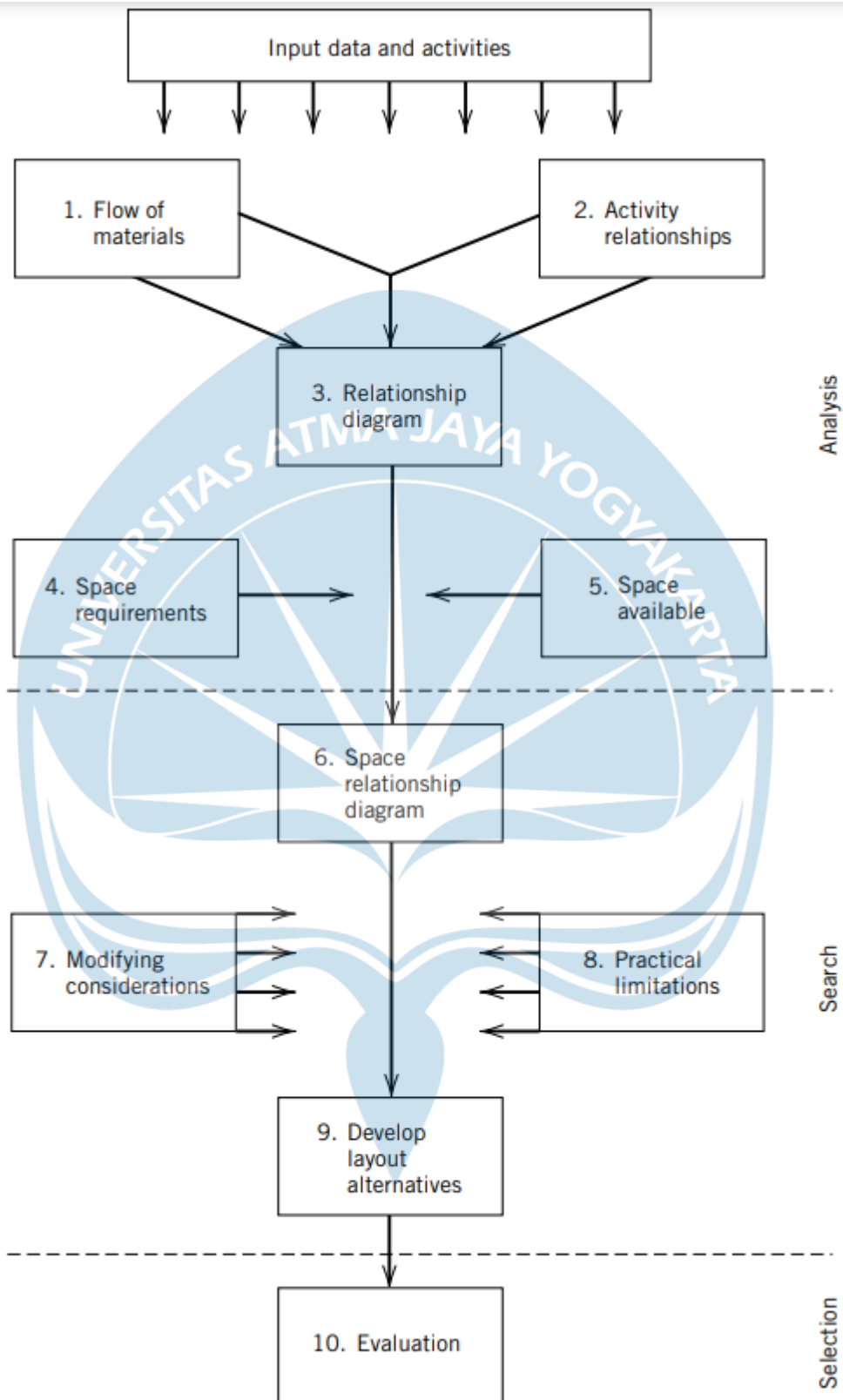
LAYOUT PLANNING CHART																	
PART NO. 1		PART NAME PLASTIC CONTACT PAD		PCS/ASSY 1		PCS REQ/HR 70.4		SHEET 1 OF 1									
ASSY NO. —		ASSY NAME —		ASSY/PRODUCT 2		PRODUCTION HRS/DAY 6.0		PREPARED BY J.G.D. DATE 1-4-60									
MATERIAL PLASTIC		SIZE 11/2" OD x 3/8" ID (11mm d x 8 x 1/4" SHEETS)		PCS/DAY 422		LOT SIZE 1		APPROVED BY DATE									
ST NO.	F M S I	DESCRIPTION	OPER NO.	DEPT NO.	TIME PER PIECE	MACHINE OR EQUIPMENT	MACHINES REQD			TOTAL MANPOWER			HANDLING REQUIREMENTS			REMARKS	
							MACH FRAC	COMB WITH	MACH REQD	OPER PER MACH	CREQ FRAC	MAN FRAC	COMB WITH	MEN REQD	HOW MOVED		CONT TYPE
1	⊗	FROM MATERIALS STORAGE															
2	⊗	ON PALLET BY SAW		2													
3	⊗	TO SAW TABLE															
4	⊗	SAW INTO STRIPS 2 1/2" x 8"	10	2	.02	TABLE SAW	.028	8-10 16-10	1	2	.028	.056	9-10 14-30 16-10	2			
5	⊗	TO RACK BY SAW											1-20				
6	⊗	IN RACK		2									17-20 3-20				
7	⊗	TO HEATER											6-30 13-20				
8	⊗	IN RACK BY HEATER		2									14-20				
9	⊗	FEED INTO HEATER															
10	⊗	HEAT	10	2	.04	HEATER	.055	9-20 16-20	1	1	.055	.055	5-20 6-10 3-10 2-10	1			
	⊗												9-20 16-20				
	⊗												13-10 14-10				
	⊗												17-10				
11	⊗	FEED TO PUNCH PRESS															
12	⊗	PUNCH TO SHAPE	10	2	.04	PUNCH PRESS	.055	4-10 4-20	1	1	.055	.055	4-10 4-20	1			
13	⊗	TP BIN BY PUNCH PRESS						9-30 16-30					9-30 16-30				
14	⊗	IN BIN		2				19A-10 19B-10					19A-10 19B-10				
15	⊗	TO PARTS STORAGE											19A-10 19B-10 5A-10	4 WHEEL HAND TRUCK	TOTE BOX	400 PER BOX	150'
16	⊗	IN PARTS STORAGE		5													
17	⊗	TO ASSEMBLY												4 WHEEL HAND TRUCK	TOTE BOX	400 PER BOX	60'
18	⊗	IN BIN IN ASSEMBLY		6													
19	⊗	TO TABLE															

Gambar 2.1. Contoh Layout Planning Chart

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

c. Muther's *Systematic Layout Planning (SLP) Procedure*

Muther mengembangkan prosedur *layout* yang dinamakan sebagai *systematic layout planning* atau perencanaan *layout* secara sistematis. Adapun, untuk prosedur pada *systematic layout planning* ditampilkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Prosedur Systematic Layout Planning

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

2.2.5. Pola Aliran Material

Menurut Tompkins dkk (2010), dalam merencanakan fasilitas, aliran material memiliki peran yang penting dan memiliki nilai yang dapat menentukan terjadinya pergerakan material secara keseluruhan. Adapun, terdapat beberapa pola aliran material yang terdiri dari beberapa perspektif sebagai berikut:

a. Aliran dalam Stasiun Kerja

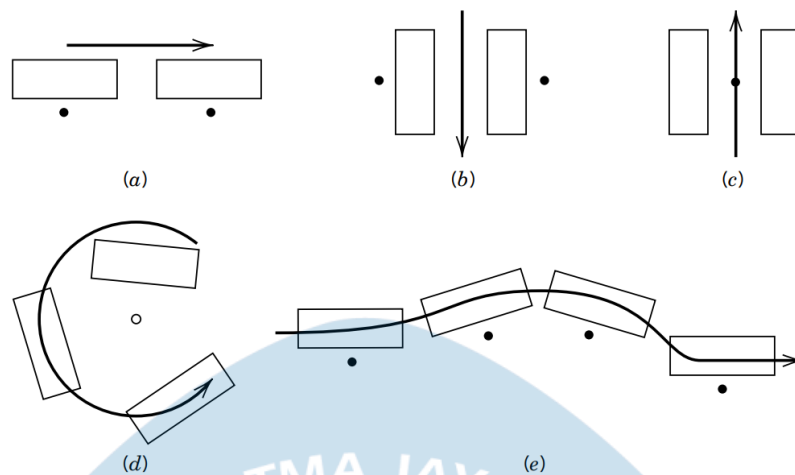
Seperti yang dinyatakan oleh Tompkins dkk (2010), saat menetapkan aliran dalam stasiun kerja, studi gerakan dan pertimbangan ergonomi menjadi suatu hal yang penting. Dalam stasiun kerja, aliran yang seharusnya yaitu simultan, simetris, alami, ritmis, dan kebiasaan. Adapun, yang menjadi cakupan pada aliran simultan yaitu pada saat penggunaan dengan adanya hubungan antara tangan, lengan, dan kaki. Selanjutnya, pada aliran simetris merupakan hubungan pada saat terjadinya gerakan pada sekeliling pusat tubuh. Selain itu, terdapat pola aliran alami yang menjadi acuan dari pola aliran ritmis serta kebiasaan. Gerakan yang alami memiliki sifat berkelanjutan, melengkung, serta menggunakan momentum. Terdapat pula pola aliran ritmis dan kebiasaan yang mungkin dapat memberikan sedikit relaksasi dengan mengurangi kelelahan serta tekanan mental, ketegangan mata dan otot.

b. Aliran dalam Departemen

Menurut pernyataan Tompkins dkk (2010), jenis pola aliran yang terdapat dalam departemen bergantung pada jenis departemen yang ada.

Pada departemen produk, proses yang dilakukan berifat sekuensial dan memiliki minimal ataupun tanpa terdapat aliran kembali. Adapun, untuk aliran kerja yang ada di departemen produk mengikuti dari aliran produk. Umumnya, aliran produk dapat mengikuti salah satu pola aliran yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Berdasarkan Gambar 2.3, dapat dilihat bahwa untuk pola aliran ujung ke ujung, *back-to-back*, serta sudut ganjil menunjukkan bahwa terdapat seorang operator pada setiap stasiun kerja dalam departemen produk. Selain itu, untuk penggunaan pola aliran depan ke depan yaitu pada saat satu operator bekerja pada dua *workstation* dalam departemen produk, serta penggunaan pola aliran *circular* yaitu pada saat terdapat satu operator yang bekerja pada stasiun kerja yang lebih dari dua.



Gambar 2.3. Aliran dalam Departemen Produk (a) *End-to-end* (b) *Back-to-back* (c) *Front-to-front* (d) *Circular* (e) *Odd-angle*

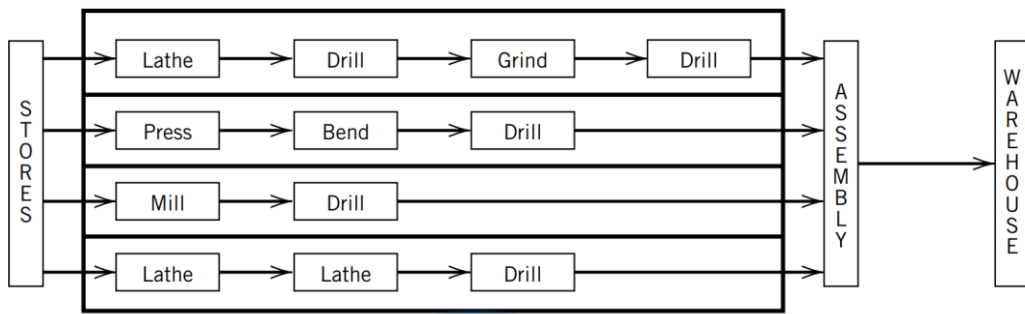
(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

2.2.6. *Layout* Berdasarkan Sistem Aliran Material

Dalam melakukan perancangan fasilitas didapatkan beberapa jenis sistem aliran material yang berdasar pada penentuan oleh susunan kegiatan ataupun departemen perencanaan. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa terdapat empat jenis departemen perencanaan produksi seperti yang telah disebutkan oleh Tompkins dkk (2010) sebagai berikut:

a. *Production Line Departments*

Urutan *layout* yang ada pada jenis ini berdasarkan urutan proses yang komponennya diproduksi pada lini tersebut. Biasanya, aliran material akan berjalan dari satu stasiun kerja langsung ke stasiun kerja berikutnya yang berdekatan. Adapun, pada aliran dengan jalur yang bagus serta tersusun maupun terencana, maka akan memberikan hasil lingkungan dengan volume yang tinggi serta variasi yang rendah. Dengan begitu, *layout* jenis ini disebut *product layout* yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.

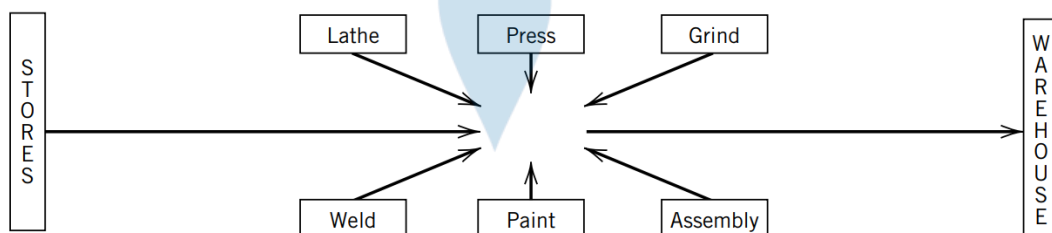


Gambar 2.4. Production Line Product Layout

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

b. *Fixed Materials Location Department*

Pada *fixed materials location departments* sering disebut sebagai *fixed product layout* seperti pada Gambar 2.5, memiliki konsep *layout* yang berbeda dengan *layout* lainnya dengan prinsip material dibawa ke stasiun kerja yang sudah tersedia. Pada jenis *fixed materials location department* ini stasiun kerja akan dibawa menuju pada material yang sudah ada. Jenis aliran ini biasanya banyak digunakan pada perakitan pesawat terbang, pembuatan kapal, serta beberapa proyek konstruksi. Selain itu, jenis aliran ini juga meliputi pengurutan serta penempatan stasiun kerja yang berada pada sekitar material ataupun produk. Meskipun, jenis aliran ini termasuk jenis yang frekuensinya banyak dipakai pada produk yang sangat besar, tetapi aplikasi ataupun penerapannya tidak terbatas. Contoh lain material yang menggunakan jenis aliran ini, yaitu perakitan atau *assembly* pada sistem komputer.

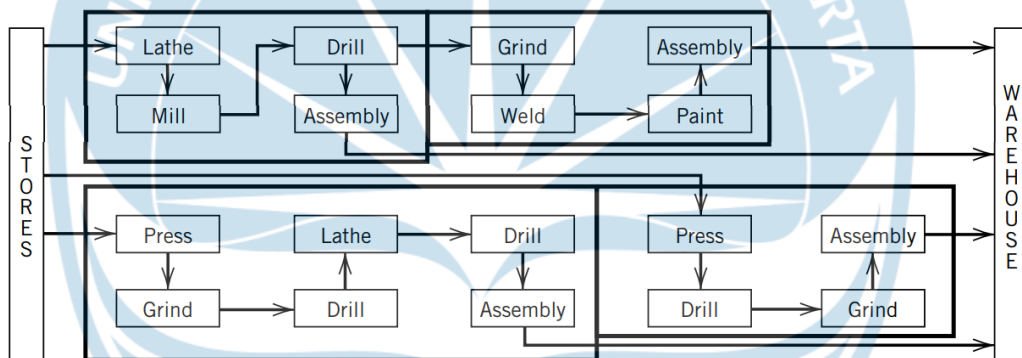


Gambar 2.5. Fixed Product Layout

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

c. *Product Family Departments*

Pada jenis *layout product family department* memiliki dasar pada pengelompokan beberapa bagian yang akan membentuk suatu *product family*. Adapun, untuk bagian yang tidak identik atau tidak mirip akan dikelompokkan ke dalam keluarga yang didasarkan pada urutan proses, pembentukan, komposisi bahan, persyaratan, *equipment* yang digunakan, *material handling*, dan sebagainya. Selain itu, *family product* akan diperlakukan sebagai produk semu yang perlu dikembangkan. Pada saat melakukan pemrosesan, semua produk kemudian akan dikelompokkan bersama dan penempatannya akan ada pada sel manufaktur. Tidak hanya itu, *layout* yang biasa dihasilkan akan memiliki tingkat aliran yang disebut sebagai intradepartemen dan memiliki aliran yang sedikit antardepartemen. Dengan begitu, jenis aliran ini memiliki tipe *layout* yang disebut *product family layout* dan dapat dilihat pada Gambar 2.6.

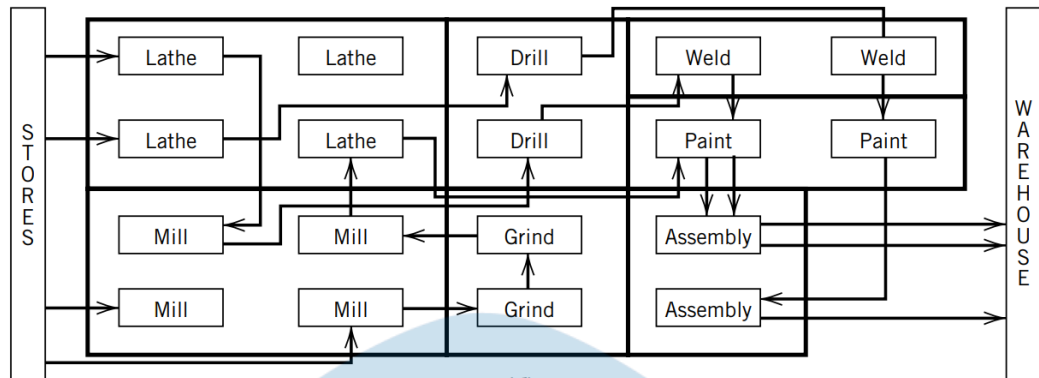


Gambar 2.6. Product Family Layout

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

d. *Process Departments*

Pada jenis departemen perencanaan produksi ini disebut sebagai tata letak proses seperti Gambar 2.7. Terdapat pengelompokan untuk beberapa proses yang serupa maupun sama serta akan terdapat penempatan di masing-masing departemen proses yang relatif satu sama lain. Hal ini juga didasari dari aliran antar departemen.



Gambar 2.7. Process Layout
(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

2.2.7. Kebutuhan Ruang

Dalam melakukan perencanaan fasilitas, tentu saja terdapat beberapa hal yang harus dilakukan sebelum menambahkan fasilitas yang diinginkan. Salah satunya dengan melakukan penentuan kebutuhan ruang. Adapun, untuk menentukan kebutuhan ruang, terdapat beberapa bagian yang harus dispesifikkan sebagai berikut:

a. Spesifikasi Stasiun Kerja

Seperti yang dinyatakan oleh Tompkins dkk (2010), istilah fasilitas berarti terdiri dari aset tetap yang memiliki kegunaan untuk mencapai tujuan dalam suatu proses produksi tertentu. Hal tersebut disebabkan karena stasiun kerja merupakan aset tetap yang dibutuhkan terutama untuk melakukan operasi yang ada. Seperti pada umumnya semua fasilitas, suatu stasiun kerja juga terdapat ruang peralatan, yakni ruang *equipment*, jalannya mesin, *maintenance* mesin, dan layanan pabrik. Selain itu, kebutuhan luas lantai untuk setiap mesin yang terdiri dari *start* sampai *finish* berjalannya mesin juga dapat ditentukan dengan cara melakukan perkalian antara total lebar (lebar statis yang ditambah maksimum perjalanan ke kiri dan kanan) dengan total kedalaman (kedalaman statis yang ditambah maksimum perjalanan ke arah operator maupun menjauh dari operator). Dapat juga menambahkan terkait dengan kebutuhan untuk area pemeliharaan serta layanan pabrik. Tidak hanya itu, dalam stasiun kerja juga tentunya memiliki area bahan yang terdiri dari ruang untuk penerimaan dan penyimpanan *incoming material*; menyimpan material dalam proses; menyimpan *outcoming material* serta pengiriman; menyimpan serta mengirimkan terkait dengan sisa maupun limbah; menyimpan alat, perlengkapan, *jig*, *die*, dan material *maintenance*. Setelah itu, terdapat pula

kebutuhan ruang untuk operator serta *material handling* yang nantinya menyesuaikan dengan metode penggunaan dalam proses operasi. Selain ruang untuk area kerja operator dan *material handling*, dalam spesifikasi stasiun kerja juga membutuhkan lorong dengan lebar 30 inci yang memiliki tujuan agar operator dapat bergerak melewati objek. Apabila operator berjalan di antara objek yang diam serta dengan mesin yang sedang beroperasi, maka dibutuhkan juga lorong dengan lebar minimal 36 inci, jika terdapat dua mesin yang beroperasi maka akan dibutuhkan lorong dengan minimal lebar 42 inci.

b. Spesifikasi Departemen

Setelah menentukan spesifikasi stasiun kerja, kemudian menentukan spesifikasi departemen seperti yang telah disampaikan Tompkins dkk (2010). Sebelum menentukan kebutuhan ruang untuk departemen, maka perlu ditentukan terlebih dahulu terkait dengan kebutuhan layanan departemen. Tidak hanya jumlah area stasiun kerja masing-masing, tetapi kebutuhan area departemen juga mencakup alat, *dies*, layanan pabrik, peralatan pemeliharaan, area penyimpanan, operator, suku cadang, papan kanban, papan masalah, papan pengenalan-komunikasi-informasi, dan *andons* yang berguna dalam menghemat ruang serta sumber daya. Tidak hanya itu, diperlukan juga ruang tambahan yang digunakan untuk keperluan penyimpanan alat *material handling*. Adapun, estimasi kelonggaran *aisle* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

If the Largest Load Is	Aisle Allowance Percentage Is ^a
Less than 6 ft ²	5–10
Between 6 and 12 ft ²	10–20
Between 12 and 18 ft ²	20–30
Greater than 18 ft ²	30–40

^aExpressed as a percentage of the net area required for equipment, material, and personnel.

Gambar 2.8. Estimasi Kelonggaran *Aisle*

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

c. Spesifikasi *Aisle*

Seperti yang dinyatakan oleh Tompkins dkk (2010), *aisle* diperlukan untuk mendapatkan dan mendorong akan terdapatnya aliran yang efektif. *Aisle* juga dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni *aisle* departemen dan *aisle* utama. Pertimbangan penentuan *aisle* pada departemen akan menunggu dari selesainya pembuatan tata letak. Dalam merancang *aisle*, diperlukan penentuan jenis dan

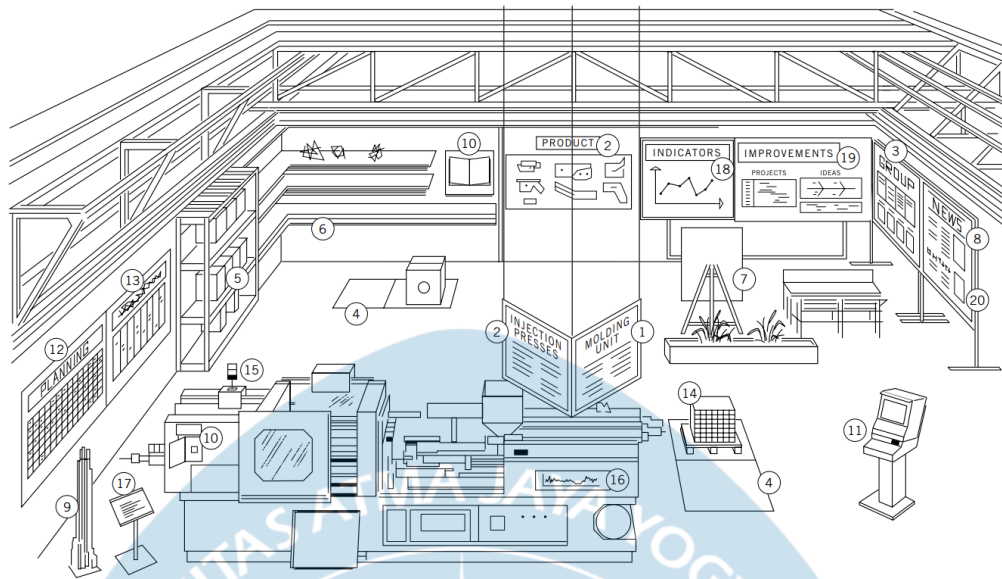
volume aliran yang nantinya akan ditangani oleh *aisle* tersebut. Pemilihan jenis aliran *material handling* harus mempertimbangkan ketersediaan sumber daya manusia, jenis peralatan yang digunakan, dan lebar *aisle* yang tersedia. Detil lebar *aisle* setiap jenis aliran dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Type of Flow	Aisle Width (feet)
Tractors	12
3-ton forklift	11
2-ton forklift	10
1-ton forklift	9
Narrow aisle truck	6
Manual platform truck	5
Personnel	3
Personnel with doors opening into the aisle from one side	6
Personnel with doors opening into the aisle from two sides	8

Gambar 2.9. Rekomendasi Lebar *Aisle* untuk Berbagai Jenis Aliran
(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

d. Manajemen Visual dan Kebutuhan Ruang

Menurut pernyataan Tompkins dkk (2010), cara merancang fasilitas dapat pula dilihat dari pendekatan manajemen visual. Dalam perancangan fasilitas, sistem manajemen visual akan memberikan departemen dengan visual yang lebih baik dan akan memberikan bantuan kepada sumber daya manusia khususnya pada bagian produksi serta dukungan dalam mencapai jadwal produksi serta pemeliharaan, pengendalian terkait dengan inventaris, suku cadang dan kualitas, sesuai dengan standar, memiliki fokus pada tujuan dan target, serta memberikan penerapan lebih lanjut pada proses perbaikan yang berkelanjutan. Adapun, untuk contoh skenario pabrik visual dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Skenario Pabrik Visual

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

2.2.8. Definisi *Material Handling*

Menurut Stephens dan Meyers (2013), *material handling* adalah aktivitas pemindahan material ke tempat, waktu, serta jumlah yang tepat sesuai dengan urutan yang telah ditentukan dan dalam posisi maupun kondisi yang tepat dengan tujuan untuk meminimasi biaya produksi. Selain itu, American Society of Mechanical Engineers (ASME) juga mengatakan bahwa *material handling* menjadi suatu ilmu yang mencantumkan beberapa hal seperti pemindahan, pengemasan, serta penyimpanan material dalam bentuk apapun. *Material handling* juga memiliki lima dimensi yang berbeda, antara lain pergerakan, jumlah, waktu, ruang, dan kontrol. Dalam hal pergerakan, terdapat transportasi ataupun transfer material dari satu tempat menuju tempat selanjutnya. Setelah itu, jumlah per *movement* yang ada akan dapat menentukan jenis serta sifat dari peralatan *material handling* maupun biaya per unit yang akan digunakan untuk mengangkut barang. Adapun, untuk dimensi digunakan untuk menentukan terkait dengan kecepatan material yang dapat bergerak melalui fasilitas yang ada. Terdapat pula aspek ruang yang berarti ruang yang akan digunakan untuk menyimpan peralatan *material handling*, dan ruang yang digunakan untuk antrian dari *material handling* tersebut serta untuk *maintenance* alat *material handling* yang ada.

2.2.9. Tujuan Penentuan *Material Handling*

Seperti yang dinyatakan oleh Stephens dan Meyers (2013), tujuan utama penentuan *material handling* agar biaya produksi dapat diminimasi. Adapun, beberapa tujuan lainnya sebagai berikut:

- a. Dapat melindungi, menjaga, ataupun meningkatkan kualitas produk, mengurangi kerusakan, serta memberikan persediaan untuk melindungi material yang ada.
- b. Menciptakan dan mendorong keamanan serta meningkatkan kondisi kerja
- c. Dapat mendorong peningkatan produktivitas kerja melalui beberapa hal sebagai berikut:
 - i. Material yang mengalir harus dalam pola seperti garis lurus
 - ii. Material yang bergerak harus dengan jarak yang sejauh mungkin
 - iii. Menggunakan gravitasi
 - iv. Memindahkan material dalam jumlah yang banyak secara bersamaan
 - v. Memiliki mekanisme dalam *material handling*
 - vi. Melakukan otomatisasi dalam *material handling*
 - vii. Menjaga serta meningkatkan penanganan material atau produksi
 - viii. Melakukan peningkatan pada *output* dengan penggunaan *material handling* yang otomatis
- d. Mendorong peningkatan penggunaan fasilitas yang terdiri dari:
 - i. Dapat membantu di dalam penggunaan bangunan yang berbentuk kubus
 - ii. Pembelian peralatan dengan kegunaan yang bermacam-macam
 - iii. Standarisasi peralatan *material handling*
 - iv. Peralatan produksi bagian utilitas dapat digunakan secara maksimal
 - v. Menjaga serta melakukan pergantian sesuai dengan kebutuhan pada semua *equipment* dan melakukan program pemeliharaan preventif
 - vi. Mengintegrasikan semua *material handling equipment* menjadi satu sistem
- e. Mengurangi beberapa berat kosong yang terdapat pada beberapa *material handling*
- f. Dapat mengontrol persediaan yang ada

2.2.10. Conveyor

Seperti yang dinyatakan oleh Tompkins dkk (2010), pada saat melakukan produksi ataupun manufaktur, terdapat perpindahan material yang secara rutin pada titik tertentu dengan menggunakan *conveyor*. *Conveyor* dapat digunakan untuk melakukan pemindahan material sepanjang jalur yang sudah ditetapkan. Dengan

begitu, harus terdapat volume pergerakan yang cukup dalam melakukan pembenaran untuk penggunaan *equipment* yang khusus dalam menangani hal tersebut. Selain itu, *conveyor* juga terdapat beberapa jenis dan dapat dikategorikan di dalam beberapa cara, antara lain produk yang sedang ditangani, lokasi *conveyor* yang menjadi dasar dalam mengelompokkan *conveyor*. Adapun, beberapa jenis *conveyor* sebagai berikut:

a. *Belt Conveyor*

Belt conveyor memiliki beberapa jenis pada sistem *material handling* yang modern. Salah satunya adalah *flat belt conveyor*. *Flat belt conveyor* biasanya digunakan dalam mengangkut beban yang ringan sampai menengah pada setiap operasi, departemen, serta bangunan. *Conveyor* ini sangat berguna terutama pada saat terdapat kemiringan serta penurunan pada jalur *conveyor*. *Conveyor* ini dapat memberikan kontrol yang cukup terhadap orientasi serta penempatan beban. Hal tersebut karena terdapat gesekan antar sabuk dan beban. Akan tetapi, gesekan yang terjadi ini juga akan memberikan akumulasi, penggabungan, serta pengurutan yang lancar pada sabuk yang ada. Adapun, untuk *flat belt conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Flat Belt Conveyor

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

b. *Roller Conveyor*

Roller conveyor menjadi jenis *conveyor* dengan *material handling* yang dapat digerakkan maupun tidak dapat digerakkan. *Roller conveyor* yang tidak dapat digerakkan karena gerakan yang dicapai harus dengan memiringkan bagian *roller*, sedangkan untuk *roller conveyor* yang dapat digerakkan menggunakan penggerak yaitu sabuk ataupun rantai. Adapun, terdapat *conveyor roller* penggerak motorisasi

(MDR) dengan konsep penggunaan motor listrik yang ditempatkan dalam *roller*. Untuk *roller* penggerak serta *roller* yang digerakkan menggunakan sabuk disebut zona. Beberapa zona yang ada ini dapat dilakukan pemrograman untuk dinyalakan jika akan melakukan deteksi pada suatu beban yang ada. Akan tetapi, pada saat tidak terdapat beban, maka akan tetap dalam kondisi diam. Secara umum, penggunaan *roller conveyor* cocok untuk melakukan akumulasi beban serta melakukan operasi penggabungan ataupun *sequencing*. Adapun, *roller conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Roller Conveyor

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

c. *Wheel Conveyor*

Wheel conveyor memiliki kemiripan dengan *roller conveyor* dalam hal desain serta fungsi. Adapun, jarak antara roda akan bergantung pada beban yang sedang diangkut. Pada *wheel conveyor* ini meskipun lebih ekonomis, tetapi penggunaannya terbatas pada tugas ataupun beban yang ringan. Adapun, untuk *wheel conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Wheel Conveyor

(Sumber: Tompkins dkk, 2010)

2.2.11. Harga Pokok Produksi (*Cost of Goods Manufactured*)

Menurut Datar dan Rajan (2021), harga pokok produksi memiliki definisi sebagai harga ataupun biaya yang berdasar pada biaya barang yang akan diselesaikan selama periode tertentu ataupun selama periode yang ada. Pada penentuan harga pokok produksi, tidak diperlukan untuk melihat terkait dengan dimulainya atau belum suatu barang. Tidak hanya itu, pada saat akan menentukan harga pokok produksi, terdapat dua metode yang dapat digunakan, antara lain *full costing* dan *variable costing* yang dapat dilihat pada penjelasan berikut:

a. Full Costing

Metode *full costing* menjadi metode yang digunakan dalam menghitung harga pokok produksi dengan melakukan *input* ataupun memperhitungkan semua biaya yang ada seperti biaya bahan baku (*raw material*), biaya tenaga kerja langsung (*direct labor*), serta biaya *overhead* pabrik yang merupakan biaya tetap maupun variabel.

b. Variable Costing

Metode *variable costing* berarti metode yang digunakan untuk menentukan harga pokok produksi dengan melakukan perhitungan yang tidak perlu memasukkan semua unsur biaya yang ada, tetapi hanya terdiri dari biaya variabel.

Adapun, di dalam menghitung ataupun menentukan harga pokok produksi, dapat menggunakan persamaan 2.1.

$$\text{Harga Pokok Produksi} = \text{Biaya Bahan Baku} + \text{Biaya Tenaga Kerja} + \text{Biaya Overhead Pabrik} \quad (2.1)$$

2.2.12. Return On Investment

Menurut pernyataan Datar dan Rajan (2018), *Return On Investment* (ROI) merupakan suatu perhitungan biaya yang digunakan sebagai pengukur dalam akuntansi pendapatan dibagi dengan ukuran akuntansi investasi. Tidak hanya itu, ROI menjadi salah satu pendekatan yang digunakan dalam melakukan perhitungan biaya produk baru karena dapat menggabungkan semua unsur perhitungan biaya seperti profit, pendapatan, biaya, serta investasi yang kemudian nantinya akan menghasilkan persentase. Persentase yang dihasilkan nantinya akan digunakan untuk melakukan perbandingan dengan tingkat *return* di dalam ataupun di luar perusahaan. Adapun, pada saat melakukan perhitungan untuk ROI dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.2.

$$\text{Return on Investment} = \frac{\text{Income}}{\text{Investement}} \quad (2.2)$$