

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisikan pembahasan dari hasil penelitian terdahulu yang telah disusun dalam bentuk penelitian ilmiah, jurnal dan artikel yang telah terpublikasi secara nasional maupun internasional. Tinjauan pustaka digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian sekarang. Permasalahan yang difokuskan pada objek penelitian berupa penanganan terhadap terhambatnya proses operasi, dengan ini dapat digunakan untuk menelusuri penelitian yang terkait dengan permasalahan terpilih. Tinjauan pustaka didapatkan dari pencarian referensi yang berasal dari *search engine* portal Scopus, *Elseiver* dan berasal dari portal jurnal internasional seperti IOP Science dan Researchgate yang menghimpun jurnal yang telah dipublikasi. Penelusuran untuk mendapatkan jurnal yang digunakan menggunakan kata kunci yang bisa digunakan untuk mendapatkan referensi yang sesuai dengan topik yang diambil.

Pengembangan permasalahan berasal dari identifikasi mengacu dari 7 *waste* yang identik dengan permasalahan *flow process* yaitu mengenai *problem waiting*, sehingga penelusuran tinjauan pustaka difokuskan pada permasalahan ini. Pencarian tinjauan pustaka mengambil relevansi terhadap pembentuk permasalahan yang berasal dari penyesuaian terhadap fasilitas produksi. Penelusuran permasalahan yang terkait dalam penelitian di CFSMI Kemasan Yogyakarta dibangkitkan melalui penggalian terhadap sumber tinjauan pustaka yang relevan terhadap kondisi aktual di objek penelitian.

2.2.1. Penelusuran Permasalahan

Penelusuran permasalahan yang didapatkan dengan penggalian penelitian atau tinjauan pustaka terdahulu digunakan untuk mendapatkan validitas terhadap temuan hasil penggalian masalah dengan metode melalui observasi, wawancara dan data pendukung. Temuan permasalahan terhadap penumpukan limbah atau *scrap* hasil pengolahan di lantai produksi melingkupi *abnormality* yang disebabkan oleh penumpukan limbah. Penumpukan limbah merupakan salah satu *waste* yang dapat menjadi pemborosan. Stadnicka & Litwin (2018) menyebutkan perusahaan harus dapat memenuhi persyaratan konsumen dengan kualitas produk dan waktu

pengiriman dengan kemungkinan untuk produksi dengan biaya minimal serta mengidentifikasi pemborosan dan eliminasi *waste*.

Permasalahan yang menyangkut dengan perancangan terhadap fasilitas industri pada perusahaan pengolahan makanan meliputi *abnormality* pada proses produksi, pendukung produksi dan kesalahan yang menyebabkan kesalahan yang dapat menghambat produksi. Perencanaan dalam bentuk penyesuaian fasilitas manufaktur mencakup 30 poin kategori terhadap faktor yang dapat ditimbulkan dalam perancangan fasilitas. Biswas & Sarker (2008) menjelaskan dalam sistem manufaktur pengerjaan ulang barang cacat dan pengerjaan ulang barang cacat dan pengelolaan limbah atau barang bekas merupakan permasalahan penting yang memerlukan perhatian segera untuk memenuhi hal mendasar tujuan dan persyaratan untuk sistem produksi ramping.

Penanganan terhadap penyesuaian dan perancangan fasilitas mencakup pada permasalahan yang berdampak signifikan terhadap produktivitas dan efisiensi sistem manufaktur serta dengan mengevaluasi laju produksi mesin yang dilakukan pada area baru produksi dengan tahapan mengevaluasi sistem manufaktur, metode perancangan, dan hasil yang diperoleh dari jurnal atau artikel yang diakses. Pencarian penelitian menggunakan sumber yang berasal dari portal jurnal ilmiah dengan proses penyaringan terhadap topik yang relevan terhadap permasalahan yang ditinjau. Bowser (2019) menyebutkan mengenai komponen yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan fasilitas pengolahan makanan. Menyatakan jika desain fasilitas untuk pengembangan pengolahan makanan baru dalam bentuk upaya kompleks yang melibatkan banyak langkah berurutan, aktivitas bersamaan, dan potensi kendala. Proyek yang dilakukan dimulai dengan identifikasi, pemahaman dan penyelesaian masalah-masalah utama. Isu utama ini terbagi menjadi 3 kategori yaitu: (1) produk, (2) biaya, dan (3) cetakan. Produk merupakan apa yang diproduksi di fasilitas tersebut. Biaya merupakan perhitungan biaya harga pembangunan fasilitas makanan. Cetakan mengacu pada versi kertas atau elektronik dari gambar teknik, atau pembangunan fasilitas manufaktur. Al-Zubaidi dkk (2020) menyebutkan bahwa secara umum permasalahan tata letak berkaitan dengan optimalisasi ruang dan lokasi fasilitas dan berorientasi untuk mengoptimalkan kinerja sistem dalam ruang fasilitas. Berbagai aspek yang berkaitan erat dengan solusi masalah tata letak dan pengambilan keputusan dianalisis dan ditinjau. Penyesuaian fasilitas dapat mencakup pada pertimbangan

terhadap meminimumkan biaya total. Erik & Kuvvetli (2021) menyebutkan fasilitas yang dirancang dengan baik menghasilkan aliran material yang efisien dalam transportasi, sehingga permasalahan yang perlu diperhatikan adalah adanya perubahan tuntutan yang menyebabkan perbedaan aliran material antar departemen.

2.1.2. Evaluasi Rancangan Produksi dengan Perancangan Ulang Fasilitas

Sebagai bentuk penelitian mengenai penanganan permasalahan mengenai evaluasi rancangan produksi yang dipengaruhi oleh kesenjangan perancangan fasilitas produksi terdapat beberapa penelitian mengenai tahapan pembuatan rancangan fasilitas, metode, serta hasil yang didapatkan yang semuanya berbeda yang bersumber dari jurnal internasional yang diakses dari portal penyedia jurnal yang telah dipublikasi internasional. Tabel 2.1. merupakan tinjauan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan untuk perancangan dan penggunaan penelusuran analisis dalam tahap pembuatan perancangan.

Tabel 2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
1	Value Stream Mapping and System Dynamics Integration for Manufacturing Line Modeling and Analysis	Stadnicka , D., & Litwin P.,	<i>International Journal of Production Economics Vol. 208 pp. 400 – 411</i>	Industri Manufaktur	Penanganan terhadap waste yang muncul	<i>Value Stream Map (VSM) dan System Dynamics Analysis (SDA)</i>	Penggalian Permasalahan Penanganan Limbah Kemasan di subbab 3.2.1.
2	Optimal Batch Quantity Models for a Lean Production System with in-Cycle Rework and Scrap	Biswas, P., & Sarker, B.R.	<i>International Journal of Production Research Vol. 46 pp. 6585 – 6610</i>	Industri Manufaktur	Pengerjaan Ulang Barang Cacat dan Pengelolaan Limbah	<i>Lean Manufacturing & Toyota Production System</i>	Penggalian Permasalahan Penanganan Limbah Kemasan di subbab 3.2.1.
3	Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering, 3rd edition	Bowser, T.J.,	<i>Food Process Engineering Biosystem & Ag Engineering Department Ch. 24 pp. 623-649</i>	Manufaktur Pengolahan Makanan	Perancangan fasilitas produksi makanan	<i>Classified Standard Facility</i>	Penggalian Permasalahan Produk Baru Pengalengan Makanan subbab 3.2.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
4	Analysis of Drivers for Solving Facility Layout Problems: Literature Review	Al-Zubaidi, S.Q.D., dkk	<i>Journal of Industrial Information Integration Vol. 21</i>	Fasilitas Produksi Manufaktur	Optimasi Ruang dan Lokasi Fasilitas	Model Matematika dan Simulasi Perancangan Tata Letak	Penggalian Permasalahan Produk Baru Pengalengan Makanan subbab 3.2.2.
5	Integration of Material handling Devices Assignment and Facility Layout Problem	Erik, A. & Kuvvetli, Y.	<i>Journal of Manufacturing Systems Vol. 58 pp. 59-74</i>	Industri Manufaktur	Tata Letak Fasilitas Mempengaruhi Biaya <i>Material handling</i> yang tidak Efisien	AHP dan Komputasi Model BLOCPLAN dan ALDEP	Penggalian Permasalahan Produk Baru Pengalengan Makanan subbab 3.2.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
6	<i>Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Mixed Modified Systematic Layout Planning di CFSMI Kemasan Yogyakarta</i>	Devi, S	Tugas Akhir Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta	CFSMI Kemasan Yogyakarta	Keterlambatan produksi dari aliran material yang terhambat	<i>Mixed Modified Systematic Layout Planning</i> dan Perancangan <i>Layout Stephens dan Meyers</i>	Metodologi perancangan tata letak dengan mixed modified SLP, digunakan di bab 3, 4, 5, 6, 7, 8
7	Konsideran Good Manufacturing Practices pada Modified Systematic Layout Planning untuk Renovasi Perancangan Tata Letak Fasilitas	Purnomo, B.L., dan Sitakar, R.P.	<i>Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023, pp. 130-143.</i>	CFSMI Kemasan Yogyakarta	Penempatan fasilitas produksi tidak terorganisir dan penempatan mesin-mesin tidak ditempatkan dengan baik	<i>Modified Systematic Layout Planning</i>	Pembuatan Analisis Aliran dan Keterkaitan di BAB 5, dan Analisis Ruang di BAB 6

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
8	Next Generation Factory Layouts: Research Challenges and Recent Progress	Benjafar, S., Heragu, S.S., & Irani, S.A.,	<i>Interfaces 32 Vol. 6 pp. 58-76</i>	Industri Manufaktur	Konfigurasi Tata Letak yang tidak Memenuhi Kebutuhan Multi-Produk dan Kebutuhan Tata Letak Generasi Baru	<i>Next Generation Factory Layouts (NGFL)</i>	Penentuan Fokus Masalah dan Pembentukan Tujuan Penelitian di subbab 3.3.
9	Improvement of Facility Layout Design Usin Application of Lean Layout Planning to Reduce Waste in a Slippers Manufacturing g Systematic Layout Planning Methodology	Faishal, M. dkk	<i>Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 17 pp. 55 – 68</i>	Industri Manufaktur Slipper	Pemanfaatan tata ruang yang tidak efisien dan aliran material yang tidak sistematis	<i>Systematic Layout Planning</i>	Diagram hubungan aktivitas sesuai peringkat kedekatan subbab 5.3. & 5.4. dan proses komputasi teknik fasilitas alokasi dengan simulasi CRAFT subbab 6.4.2.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
10	FAO/INFOODS Databases Density Database Version 2.0	<i>Charrondiere, U.R dkk</i>	<i>Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations</i>	-	Database Massa Jenis Berbagai Data Makanan Makanan	Pengumpulan Data dari Literatur, Pangan Nasional Tabel Komposisi	Pendataan Produk Makanan untuk Proses Pengalengan di subbab 4.1.1.
11	The GMP and SSOP Lemuru Fish (Sardinella Longiceps) Canning in Vegetable Oil	Lapene, A.A.I, dkk	<i>Aurelia Journal, Vol. 3 pp. 11-24</i>	Industri Pengalengan Ikan Lemuru	Penerapan <i>Good Manufacturing Practice</i> pada Industri Pengalengan	<i>Sanitation Standard Operating Procedure</i>	Waktu operasi standar untuk pemrosesan pengalengan untuk pembuatan Peta Proses Operasi di subbab 5.1.1.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
12	The Impact of Lean Production on Operational Performance	Memari, A. dkk,	<i>Asia-Pacific Journal of Business Administration</i>	<i>Malaysian Stationery Manufacturer</i>	Dampak penerapan <i>lean manufacturing</i> terhadap operasional efisiensi pada industri kecil	<i>Process Activity Mapping</i>	Pembuatan <i>from to chart</i> dengan pertimbangan beban biaya perpindahan material pada subbab 5.1.5.
13	Re-layout Facility to Minimize Defects and Production Cost in PT. Sendanis Jaya Makmur	Permatasari, A.A, dkk.	<i>IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 426</i>	<i>PT. Sendanis Jaya Makmur</i>	Produk <i>defect</i> yang tinggi dan permasalahan pada jarak antar aktivitas yang menjadi hambatan proses produksi	<i>Fishbone, OPC, Ordering Production, MPPC, ARC, and Dimensionless Block Diagram</i>	Pembuatan Peta Proses Operasi di subbab 5.1.1., <i>Routing Sheet</i> di subbab 5.1.2., dan <i>Multi Product Process Chart</i> pada analisis aliran material di subbab 5.1.3.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul Artikel	Penulis	Sumber	Objek	Permasalahan	Metode Penyelesaian	Informasi yang Digunakan
14	Development of Facility Layout for Medium-Scale Industry Using Systematic Layout Planning	Potadar, O.V. dan Kadam, G.S.	<i>Proceedings of International Conference on Intelligent Manufacturing and Automation 473–483</i>	<i>Medium Scale Industry</i>	Meminimalkan biaya produksi dengan pertimbangan dari permasalahan tata letak untuk pengurangan biaya penanganan material untuk meningkatkan produktivitas	<i>Systematic Layout Planning</i>	Pembuatan <i>Space Relationship Diagram</i> di subbab 6.3.
15	Application of Lean Manufacturing Concept for Redesigning Facilities Layout in Indonesian Home-Food Industry	Putri, N.T., & Dona, L.S.	<i>The TQM Journal Vol. 31 pp. 815-830</i>	<i>Home Food Industry</i>	Mendesain ulang tata letak lantai produksi untuk perbaikan area kerja di lantai produksi dengan menata ulang standar operasi prosedur dengan <i>lean manufacturing</i>	BLOCPLAN	Analisis Komputasi dengan BLOCPLAN di subbab 6.4.1.

Selvia (2019) mengangkat Permasalahan yang diangkat berasal dari temuan hubungan keterkaitan yang tinggi belum diperhatikan yang mengakibatkan jarak tempuh aliran perpindahan material dan proses semakin tinggi. Penyelesaian yang dilakukan berupa perancangan tata letak dengan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* dilengkapi dengan prosedur perancangan *layout Myers*. Hasil yang didapatkan berupa pengurangan *cost* untuk ruang kemasan dan fasilitas produksi. Purnomo & Sitakar (2023) menyebutkan penyusunan terhadap tata letak baru dengan hasil yang dapat berdampak pada proses produksi yang lebih efisien dengan meminimasi biaya perpindahan material menggunakan pertimbangan dari konsep *Good Manufacturing Practices*, dengan metode yang digunakan dari *modified systematic layout planning (Modified SLP)* yang ditinjau ulang dengan prosedur *Myers*. Teknik komputasi menggunakan bantuan dari BLOCPAN dan CRAFT. Faishal dkk (2023) melakukan penelitian terhadap perusahaan berjenis UKM yang menghadapi tantangan terhadap penanganan material antar departemen yang menyebabkan waktu *throughput* rendah dengan perbaikan terhadap penataan fasilitas sehingga waktu *material handling* dapat dikurangi dengan pertimbangan terhadap hubungan antar aktivitas.

Penyesuaian konfigurasi tata letak didominasi oleh persepsi terhadap perbaikan aliran dan biaya. Benjafar dkk (2002) menyebutkan tren terkini dalam industri manufaktur menunjukkan bahwa konfigurasi tata letak yang dihasilkan oleh rancangan tidak memenuhi kebutuhan perusahaan yang berorientasi multi-produk dan adanya kebutuhan akan tata letak fasilitas produksi generasi baru yang fleksibel, modular, dan mudah dikonfigurasi ulang. Fasilitas yang dikonfigurasi ulang dapat dirancangan dengan pertimbangan mengenai faktor yang mencakup waktu siklus, *work-in-process*, dan sebagainya.

Penanganan terhadap industri makanan membutuhkan *database* yang digunakan untuk memetakan karakteristik dari makanan yang akan diproses. Charrondiere Haytowitz dan Stadlmayr (2012) yang terafiliasi dengan *Foods and Agriculture Organizations* dari United Nations menyiapkan database untuk menyediakan alat dan profesional untuk melakukan konversi volume menjadi berat atau sebaliknya. Data dikumpulkan dari berbagai literatur dan berbagai data pangan nasional dan pengukuran langsung. Database meliputi *mass density* untuk total 214 entri makanan di 16 kelompok makanan.

Pemetaan proses operasi dalam produksi diharuskan melingkupi keseluruhan aktivitas yang dijalankan untuk pembuatan produk dalam sistem manufaktur. Lapene dkk (2021) menyebutkan penerapan *Good Manufacturing Process* dan *Sanitation Standard Operating Procedure* sebagai pedoman untuk penjaminan mutu produk olahan, pengendalian keamanan pangan dan persyaratan dalam operasi sanitasi di unit pengolahan pengalengan ikan. Penerapan *Good Manufacturing Practices* berhasil dilaksanakan dengan baik untuk menghilangkan potensi kontaminasi produk yang telah disesuaikan dengan prosedur dari perusahaan. Memari dkk (2022) menjalankan penelitian terhadap dampak penerapan prinsip *lean manufacturing* terhadap operasional efisiensi dengan menghilangkan *seven waste*, perbaikan tata letak dengan mempelajari hubungan antara setiap proses dengan hubungan aktivitas yang didasarkan pada kuantitas aliran, biaya penanganan material dan jumlah aliran material dengan memanfaatkan *from to chart* yang didasarkan pada perkiraan jarak antar departemen, perkiraan arus barang per hari, dan perkiraan total jarak yang ditempuh dalam satuan waktu. Permatasari (2020) menjalankan pemetaan proses operasi menggunakan *operation process chart (OPC)*, *Multi product Process Chart (MPPC)*, dan *Routing Sheet*. Penyusunan tata letak fasilitas dengan menggunakan hubungan antar aktivitas, *dimensionless block diagram*, *activity relationship diagram (ARD)* dan metode *aisle*.

Hubungan antar aktivitas yang berhasil terbentuk dengan penggunaan *activity relationship diagram* serta dengan kebutuhan area yang sudah diperhitungkan, dapat dibuat diagram hubungan antar aktivitas dengan luas area setiap elemen yang dibutuhkan. Potadar dan Kadam (2018) melakukan penelitian pada permasalahan perindustrian yang telah dalam tahap persaingan global sehingga penting bagi organisasi untuk meminimalkan biaya produksi dan menjaga kualitas proses, permasalahan yang diangkat Penelitian ini menggunakan metode *systematic layout planning* untuk mendapatkan penataan fasilitas dengan parameter yang digunakan berasal dari hubungan antar departemen dan dengan bantuan CORELAP untuk menyelidiki *total closeness rating* atau TCR untuk membantu mengubah posisi departemen sesuai dengan hubungan dan peringkat kedekatan. Pendekatan terhadap penelitian ini menggunakan *space relationship diagram* untuk penggambaran kedekatan aktivitas terhadap kebutuhan area setiap elemen.

Analisis terhadap tata letak fasilitas dapat menggunakan proses komputasi dengan bantuan dari *software* untuk mendapatkan hasil optimum sesuai dengan pendekatan yang dilakukan, beberapa *software* analisis dan komputasi yang bisa digunakan yaitu BLOCPLAN dan CRAFT. Putri & Dona (2019) menjalankan penelitian untuk mendesain ulang tata letak lantai produksi dengan pertimbangan *lean manufacturing* untuk menghilangkan pemborosan dan menggunakan *Block Layout Overview with Layout Planning* (BLOCPLAN). Pemecahan masalah dengan mendesain tata letak dengan menggunakan metode BLOCPLAN dan ALDEP untuk mendapatkan pola tata letak terbaik dengan membandingkan momen perpindahan dan pola aliran. Faishal dkk (2023) merancang tata letak dengan menggunakan diagram hubungan aktivitas dan menggunakan analisis komputasi kedekatan menggunakan teknik alokasi fasilitas dengan CRAFT.

2.2. Dasar Teori

Pembahasan teori berisikan mengenai berbagai penjelasan yang berguna untuk mendukung penelitian yang berisikan landasan yang digunakan relevan terhadap topik dan pembahasan yang diangkat dalam penelitian.

2.2.1. Pengertian Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Tompkins (2010) menyebutkan perencanaan fasilitas tata letak merupakan serangkaian proses yang dinamis dari waktu ke waktu. Dengan metodologi yang terus berubah seiring perkembangan dari teknologi dan pendekatan-pendekatan baru yang berkaitan dengan seluruh komponen rantai pasok yang saling terintegrasi untuk mendukung seluruh aktivitas rantai pasokan. Perencanaan fasilitas strategis diperlukan untuk mendukung persaingan dari sudut pandang rantai pasokan yang memungkinkan untuk mendapatkan potensi keuntungan.

2.2.2. Faktor Perencanaan Fasilitas

Tompkins (2010) menyebutkan perencanaan fasilitas perlu memperhatikan aliran material untuk menentukan seluruh pergerakan material. Prinsip meminimalkan aliran total mewakili pekerjaan pendekatan penyederhanaan dari aliran material. Fokus pada penekanan berasal dari pola dan struktur aliran yang dilihat dari perspektif aliran dalam stasiun kerja, dalam departemen dan antar departemen.

a. Sistem Aliran Material

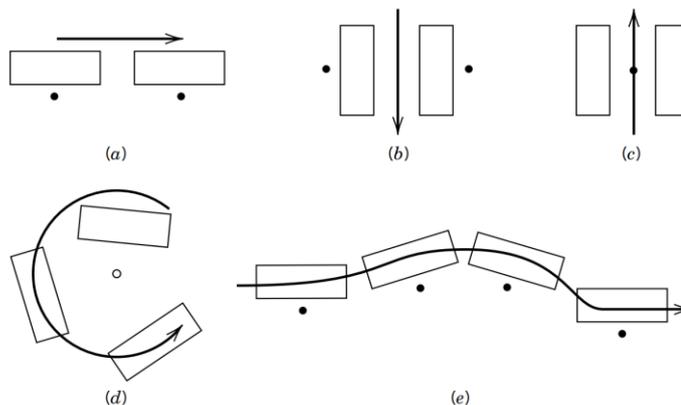
Tompkins (2010) menyebutkan sistem aliran material sangat dibutuhkan dalam perencanaan fasilitas dikarenakan sistem aliran menentukan keseluruhan dari proses aliran pergerakan yang terjadi, dengan mengetahui sistem aliran yang terjadi dapat membuat pendekatan untuk penyederhanaan sistem aliran yang sudah ada.

i. Aliran Antar Stasiun Kerja

Aliran yang berorientasi pada hubungan antar stasiun kerja menyiratkan aliran stimulan yang menyangkut pertimbangan studi gerak dan ergonomi dalam penentuan aliran dalam stasiun kerja. Aliran berasal dari gerakan terkoordinasi dari penggunaan tangan, lengan, dan kaki yang bersifat kontinyu. Aliran yang ritmis dan kebiasaan menyiratkan rangkaian aktivitas yang metodis dan otomatis.

ii. Aliran Dalam Departemen

Aliran yang memiliki pola yang memiliki keterkaitan di dalam departemen memiliki fokus pada aliran produk, proses dan *family product*. Aliran produk dalam departemen memiliki urutan *forward* yang terbagi menjadi jenis (a) *end-to-end*, (b) *back-to-back*, (c) *front-to-front*, (d) *circular*, dan (e) *Odd-Angle*. Selanjutnya aliran proses antar departemen dapat dilihat dalam Gambar 2.1.

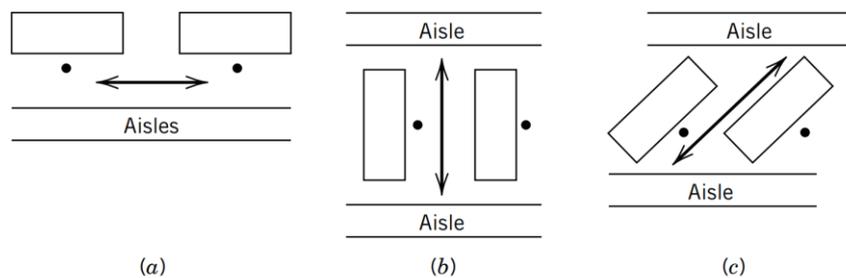


Gambar 2.1. Aliran Dalam Departemen Kerja (Tompkins, 2010)

iii. Aliran Proses Antar Departemen

Departemen yang melingkupi proses, mesin-mesin yang identik biasanya terjadi diantara stasiun kerja dan lorong atau jarak antar mesin. Pola aliran ditentukan oleh orientasi stasiun kerja terhadap *aisle*. Terdapat tiga pengaturan *aisle* antar stasiun kerja dan bentuk dari *flows material* yang terbentuk ketika proses produksi berjalan, yang terbagi menjadi (a) aliran *parallel*, (b) aliran *perpendicular*, dan (c)

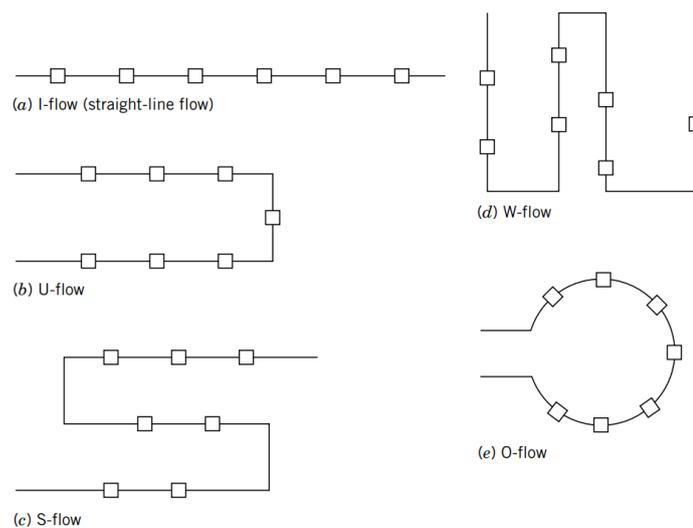
aliran *diagonal*. Aliran yang dihasilkan dengan pertimbangan antar proses departemen dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Aliran Antar Proses Departemen (Tompkins, 2010)

iv. Alur Produk dan Proses Dalam Departemen dengan Pertimbangan *Material handling*

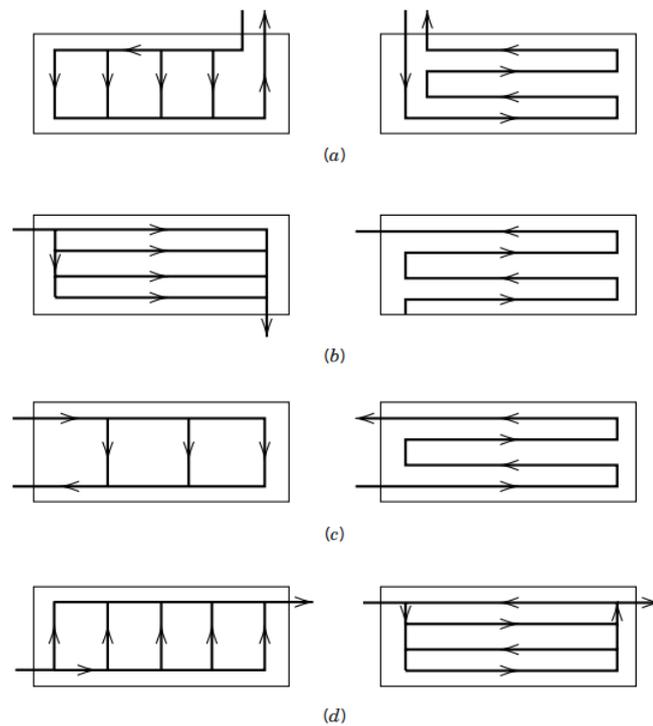
Pola aliran dalam departemen akan dipengaruhi dari sistem otomasi yang melibatkan *material handling* berupa penggunaan *line conveyor*, *shuttle carts*, kendaraan berpemandu otomatis, robot, dan perangkat lainnya. Struktur atau pola aliran dapat dibagi menjadi beberapa jenis (a) *line flow*, (b) *spine flow*, (c) *loop flow*, (d) *tree flow*. dan (e) *O-flow* yang didedikasikan untuk proses produksi yang berguna untuk menunda proses operasi. Aliran berdasar *line flow* memiliki pola yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pola Aliran Garis (Tompkins, 2010)

v. Aliran Antar Departemen

Aliran antar departemen merupakan jenis aliran yang sering digunakan untuk mengevaluasi keseluruhan aliran dalam fasilitas. Pertimbangan penting dalam aliran antar departemen dalam lokasi stasiun penjemputan dan pengiriman untuk setiap departemen. Aliran antar departemen dapat terbagi menjadi 4 jenis aliran departemen yaitu (a) lokasi yang sama (b) di sisi yang bersebelahan (c) di sisi yang sama (d) di sisi yang berlawanan seperti yang dilihat di Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pola Aliran Antar Departemen (Tompkins, 2010)

b. Kebutuhan Space

Tompkins (2010) menyebutkan penentuan kebutuhan ruang dalam perencanaan fasilitas yang merupakan salah satu aspek yang akan memproyeksikan kebutuhan ruang yang cukup untuk seluruh lingkungan manufaktur dan kantor. Kebutuhan ruang diuraikan dengan menentukan terlebih dahulu stasiun kerja individu, kemudian diturunkan ke tingkat departemen berdasarkan kumpulan dari stasiun kerja di dalamnya.

i. Spesifikasi Stasiun Kerja

Tompkins (2010) mendefinisikan istilah fasilitas mencakup aset tetap yang diperlukan untuk mencapai tujuan produksi tertentu. Stasiun kerja seperti semua

fasilitas, mencakup ruang untuk peralatan, material, dan ruang operator. Ruang peralatan terdiri untuk stasiun kerja terdiri dari ruangan tambahan yang terdiri dari;

1. Peralatan
2. Perjalanan Mesin
3. Perawatan Mesin
4. Pelayanan Pabrik

Tambahan area stasiun kerja untuk area permesinan untuk semua mesin dalam suatu stasiun kerja diperlukan dukungan kebutuhan permesinan. Area materia untuk stasiun kerja terdiri dari ruangan tambahan yang terdiri dari;

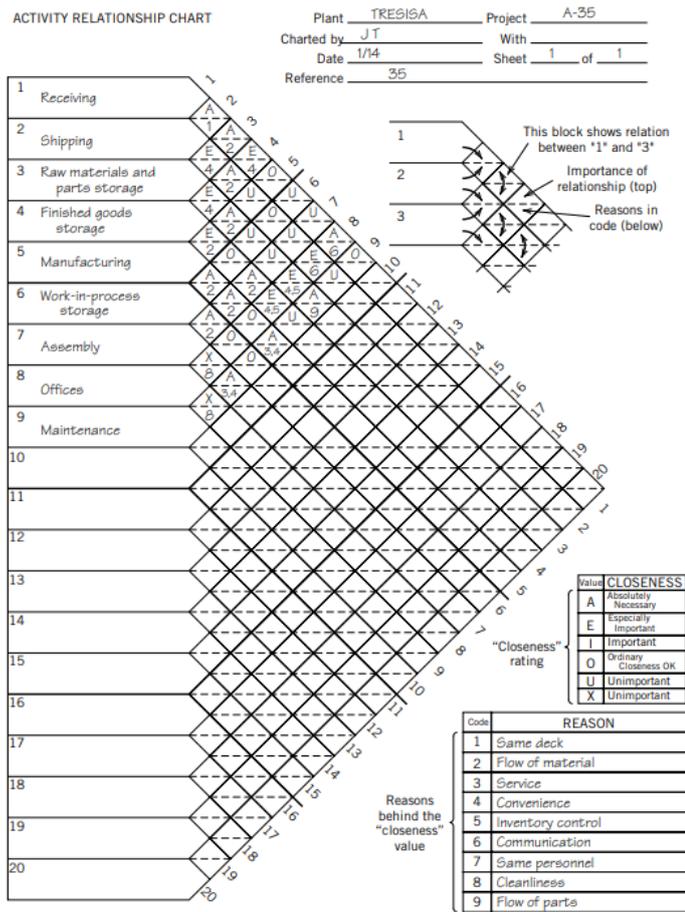
1. *Receiving* dan *Storing inbound material*
2. *Holding in-process materials* atau masih dalam tahap *work in progress*
3. *Storing* untuk *outbound material*
4. *Storing* dan *shipping* untuk *waste* dan *scrap*
5. Penempatan perkakas, perlengkapan, jig, dan *maintenance tools*

Kebutuhan ruang untuk area kerja operator dan penanganan material bergantung pada metode yang digunakan untuk melakukan operasi. Pertimbangan yang harus diikuti untuk menentukan kebutuhan ruang diperlukan beberapa faktor yaitu;

1. *Workstation* harus dirancang sedemikian rupa untuk memastikan operator dapat mengambil dan mengeluarkan material tanpa aktivitas yang canggung
2. *Workstation* harus dirancang untuk pemanfaatan yang efisien dan efektif untuk operator bekerja.
3. *Workstation* harus dirancang untuk meminimalkan waktu yang dihabiskan dalam pekerjaan yang dilakukan secara manual.
4. *Workstation* harus dirancang untuk mengoptimalkan kebutuhan akan kenyamanan dan keselamatan kerja (K3) serta produktivitas kerja.
5. *Workstation* harus dirancang untuk meminimalkan bahaya dan kelelahan yang berlebihan pada operator.

c. Hubungan Antar Aktivitas

Penetapan ruangan dibuat dengan pertimbangan hubungan antar aktivitas yang diperoleh dengan mengidentifikasi seluruh serangkaian proses operasi yang terlibat di area produksi. Dilansir dari Tompkins (2010) untuk mengidentifikasi hubungan antar aktivitas yang berada di fasilitas yang ditinjau dapat menggunakan *activity relationship chart* seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Activity Relationship Chart (Tompkins, 2010)

Pembuatan *activity relationship chart* memiliki ketentuan untuk menentukan jumlah kode hubungan. Meyers (2013) menyebutkan jumlah total hubungan (N) antara semua kemungkinan pasangan dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.1.

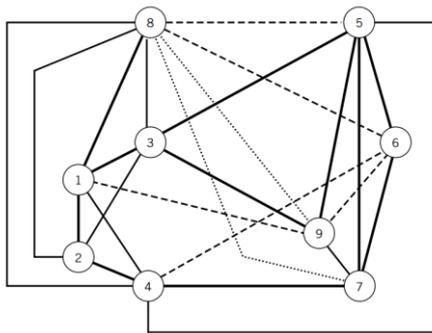
$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (2.1)$$

Pendekatan untuk penentuan jumlah masing-masing kode hubungan dapat menggunakan proporsi yang dikutip dari Meyers (2013) dengan jumlah persentase seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.6.

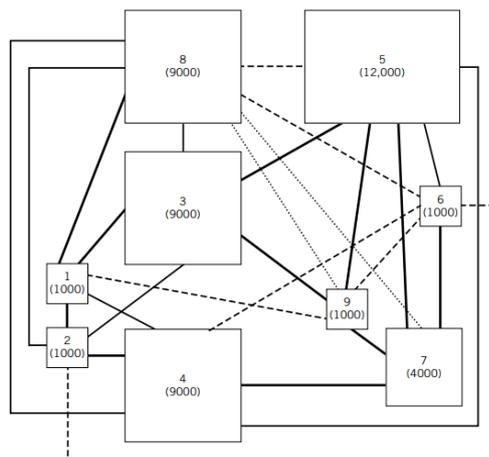
<i>Code</i>	<i>Percentage</i>
A	5
E	10
I	15
O	25

Gambar 2.6. Proporsi Persentase Value Hubungan Kedekatan

Activity relationship chart dapat menjadi dasar untuk penentuan hubungan antar bagian yang dapat divisualisasikan dalam bentuk *relationship diagram* yang ditampilkan pada Gambar 2.7. dan *Space Relationship Diagram* yang ditampilkan pada Gambar 2.8. untuk mendapatkan hubungan antar aktivitas dengan pertimbangan ukuran area yang dipakai.



Gambar 2.7. Relationship Diagram (Tompkins, 2010)

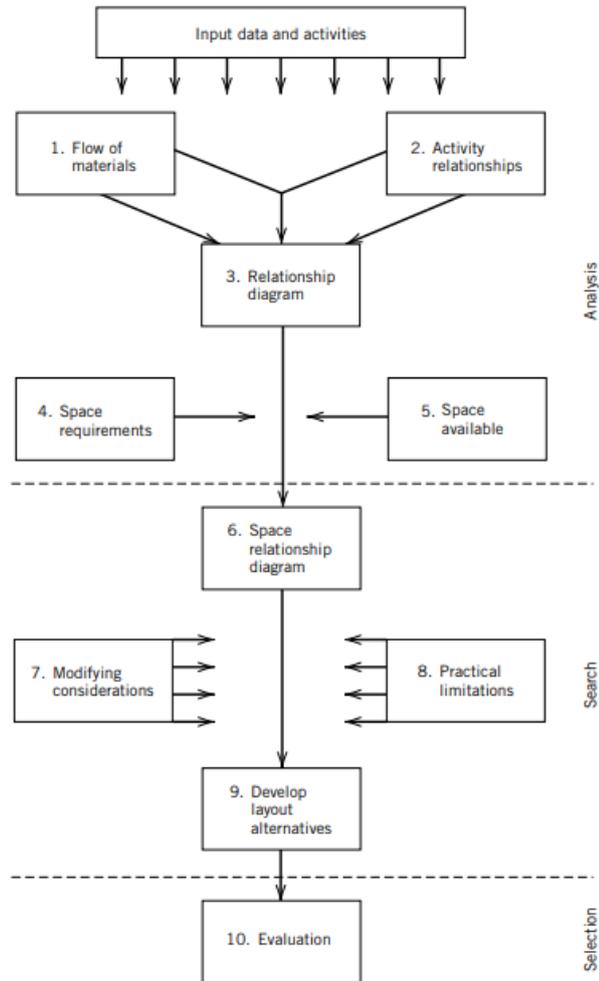


Gambar 2.8. Space Relationship Diagram (Tompkins, 2010)

2.2.3. Metode *Mixed Modified Systematic Layout Planning*

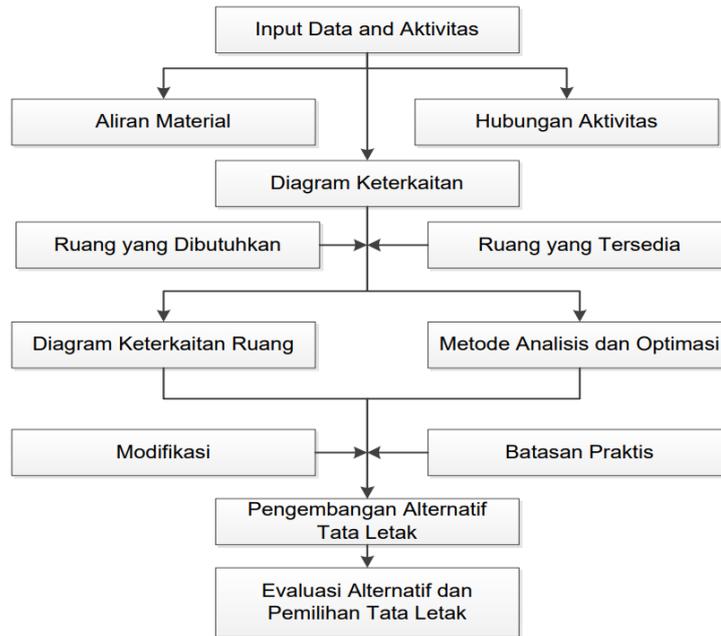
Dilansir dari Stephens dan Meyers (2013) menyebutkan bahwa metode perancangan *systematic layout planning* atau (SLP) diperkenalkan pertama kali di akhir tahun 1950-an yang merupakan teknik pemodelan tata letak dan dikembangkan melalui pendekatan *step-by-step* untuk mendesain fasilitas. Pada awalnya terbagi menjadi 4 tahapan yang terbagi menjadi penentuan lokasi area di mana departemen akan dibangun, menetapkan tata letak umum secara keseluruhan, menetapkan rencana tata letak terperinci, dan menginstal tata letak alternatif terpilih.

Metode *systematic layout planning* terus dikembangkan hingga versi terbaru menggunakan metode SLP modern oleh Muther (2015). Pemahaman SLP modern melalui pemahaman tentang peran dan hubungan antar aktivitas yang lebih terperinci dari analisis aliran material dan analisis hubungan aktivitas. Prosedur metode *systematic layout planning* yang dikembangkan oleh Muther (2015), yang dihipunkan dari Tompkins (2010) dengan 10 tahapan operasi yang dibagi menjadi tahapan input data, *analysis*, *search*, dan *selection* yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Prosedur *Systematic Layout Planning* (Tompkins, 2010)

Metode *systematic layout planning* dapat dimodifikasi untuk menambahkan analisis tambahan untuk mengoptimasi kebutuhan terhadap ketersediaan ruang. Proses ini tidak ditemukan di metode *systematic* yang lama. Penempatan metode analisis dan komputasi proses ditempatkan secara paralel dengan aktivitas diagram keterkaitan ruang, metode *mixed modified systematic layout planning* yang dihimpun dari jurnal yang dirancang dan disempurnakan oleh Selvia (2019) dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Metode Modified Systematic Layout Planning (Selvia, 2019)

a. *Input Data dan Aktivitas*

Data yang diperlukan untuk metode yang digunakan terkait produk, aktivitas, dan jadwal yang diperlukan untuk mendapatkan hasil tata letak yang efektif. Desain yang digunakan untuk dipengaruhi terhadap data yang diperoleh.

b. *Flow of Materials*

Perencanaan aliran material dengan pengukuran kuantitatif dari perpindahan antar material, peralatan, dan operator pada setiap departemen. Pembuatan aliran material menggunakan elemen-elemen yang bersifat non-kuantitatif. Metode yang digunakan dalam analisis aliran material menggunakan bagan dan diagram yang meliputi akan *Operation Process Map*, *Multi Product-Process Chart (MPPC)*, dan *from-to-chart*

c. *Hubungan Aktivitas*

Data yang telah dihimpun dilanjutkan dengan proses analisis kedekatan aktivitas dengan menggunakan *Activity Relationship Chart (ARC)*. Hubungan aktivitas dapat menjadi acuan untuk penentuan tingkat intensi dan kedekatan dari masing-masing operasi yang terdapat di area yang sedang ditinjau.

d. *Diagram Keterkaitan*

Diagram keterkaitan yang digunakan untuk menjelaskan kedekatan antar departemen menjadi fokus analisis selanjutnya yang berbentuk diagram dengan

pertimbangan *closeness rating* tertinggi sebagai hubungan penting dan harus berdekatan. Penggunaan

e. Ruang yang Dibutuhkan

Kebutuhan ruang digunakan untuk mendapatkan estimasi ukuran area yang dibutuhkan dalam setiap operasi yang digunakan. Penggunaan *workreamath* digunakan untuk mendapatkan luas area yang diperlukan.

f. Ruang yang Tersedia

Ketersediaan ruang mengacu pada ukuran area yang disediakan untuk area produksi. Ketersediaan area bersifat mutlak maupun dapat disesuaikan dengan keputusan untuk menambah luas ruangan.

g. Diagram Keterkaitan Ruang

Diagram keterkaitan ruang menjadi kebutuhan yang akan menganalisis keterkaitan antar area *workstation*, dan departemen dalam bentuk diagram. Diagram keterkaitan akan mengacu terhadap kebutuhan ruang dan dibatasi oleh ketersediaan ruang yang sudah disiapkan.

h. Metode Analisis dan Komputasi

Penambahan analisis dengan komputasi menjadi bagian yang menjadi ciri dari metode *modified Systematic Layout Planning* dengan penggunaan model matematis yang dibentuk secara algoritmik dengan tujuan untuk mendapat hasil yang sudah teroptimasi.

i. Modifikasi

Modifikasi yang dimaksud berupa tahapan penyesuaian untuk perbaikan hasil analisis yang telah didapatkan dengan pertimbangan terhadap batasan yang ditemukan ketika penelitian.

j. Batasan Praktis

Batasan praktis merupakan keterbatasan atau limitasi dari proses pengumpulan, analisis, dan penentuan hasil yang ditemukan baik dari faktor teknis maupun dari faktor penyesuaian kebutuhan yang harus disesuaikan kembali.

k. Pengembangan Tata Letak Alternatif

Perancangan yang telah didapatkan dengan seluruh pertimbangan yang sudah terpenuhi mengikuti tahapan sebelumnya dari aliran proses, hubungan antar aktivitas, dan *space*. Pertimbangan yang digunakan untuk pembangkitan tata letak

alternatif meliputi penggunaan diagram keterkaitan tiap area, desain tata letak yang fleksibel, desain *material handling*, dan penyajian desain tata letak.

I. Evaluasi

Pembangkitan tata letak alternatif yang sudah dibuat dilakukan evaluasi secara menyeluruh untuk mendapatkan hasil yang sudah sesuai dengan kebutuhan dan keinginan terhadap tujuan yang sudah dibuat. Evaluasi termasuk penyesuaian kembali terhadap rancangan tata letak yang sudah dibuat.

Metode *Modified Systematic Layout Planning* masih dapat disempurnakan dengan mengadopsi metode untuk perancangan tata letak yang berfungsi melengkapi tiap bagian dari 10 tahap yang sudah dilakukan, metode yang dimaksud adalah metode dari Stephen & Meyers (2013) dengan tahapan dari proses perencanaan, pengumpulan data dan menganalisa data yang menjadi fokus utama untuk mendapatkan kualitas dari desain fasilitas yang akan dibuat. Berikut ini merupakan tahapan dari *mixed modified systematic layout planning* dengan penyesuaian terhadap metode *meyers* yang telah dibuat Selvia (2019) dapat dilihat pada Gambar 2.11.

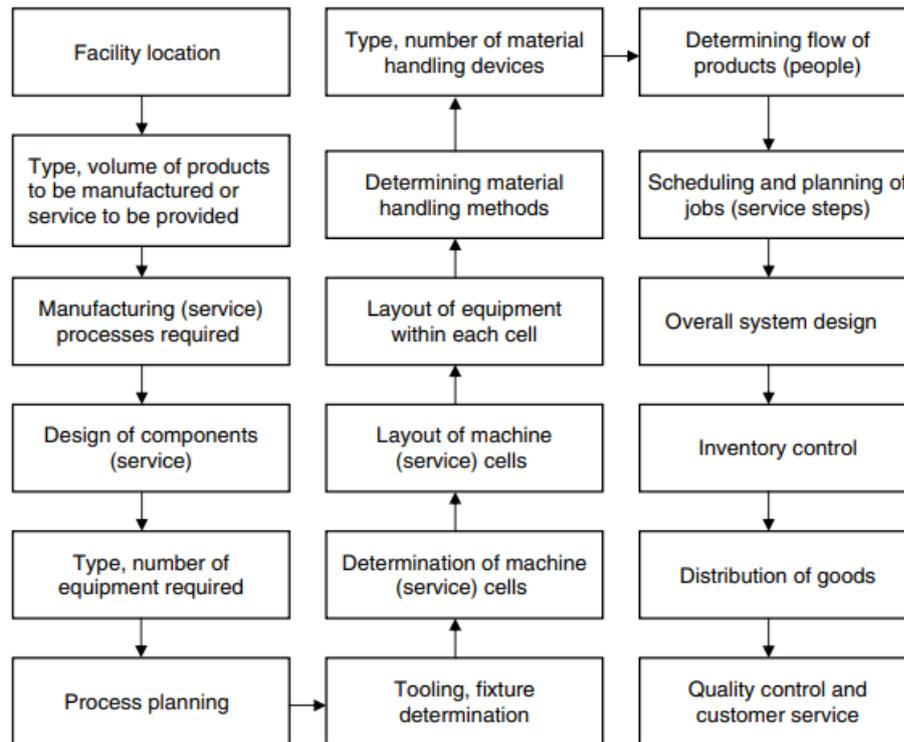
<i>Modified Systematic Layout Planning</i>	Prosedur Perancangan <i>Layout Meyers</i>	Penjelasan
1. Input data dan aktivitas	a. Menentukan apa yang akan diproduksi	
	b. Menentukan jumlah produksi per unit waktu	
	c. Menentukan <i>part</i> yang dibuat dan dibeli	
	d. Menentukan cara membuat setiap <i>part</i> atau perencanaan proses pembuatan	
	f. Menetapkan waktu standar untuk setiap operasi	
	g. Menentukan <i>takt time</i> atau seberapa cepat fasilitas perlu diproduksi	
	h. Menentukan jumlah mesin yang dibutuhkan	
	1. Analisis Aliran Material	e. Menentukan urutan perakitan
i. Menyeimbangkan jalur perakitan		
j. Memperlajari pola aliran material untuk menetapkan aliran terbaik		
p. Memilih peralatan material handling		
2. Hubungan Antar Aktivitas	k. Menentukan hubungan kegiatan	
3. Diagram Keterkaitan	j. Memperlajari pola aliran material untuk menetapkan aliran terbaik	
	k. Menentukan keterkaitan kegiatan	
4. Kebutuhan Space	m. Mengidentifikasi kebutuhan layanan pribadi dan parbik, dan memberikan ruang yang dibutuhkan	
	n. Mengidentifikasi kebutuhan kantor dan tata ruang seperlunya	
5. Ketersediaan Space	m. Mengidentifikasi kebutuhan layanan pribadi dan parbik, dan memberikan ruang yang dibutuhkan	
6 a. <i>Space Relationship Diagram</i>	q. Menempatkan area sesuai ruang yang dibutuhkan dan hubungan aktivitas yang ditetapkan	
6 b. Analisis dan Optimasi Diagram	Tidak ada dalam tahapan ini	Tidak ada Prosedur Perancangan Layout Meyers yang sesuai dengan tahapan metode analisis dan optimasi. Metode yang digunakan pada tahapan ini adalah CRAFT dan BLOCPLAN
7. Modifikasi	u. Memperoleh persetujuan, menerima saran, dan mengubah apabila diperlukan	
8. <i>Practical Limitation</i>	t. Mencari masukan dan menyesuakannya	
9. <i>Develop Layout Alternatives</i>	i. Menyeimbangkan jalur perakitan	
	n. Mengidentifikasi kebutuhan kantor dan tata ruang seperlunya	
	o. Mengembangkan persyaratan ruang total	
	r. Mengembangkan plot plan dan bentuk bangunan	
	s. Membuat <i>master plan</i>	
	v. Menerapkan layout	
10. Evaluasi	w. Memulai kegiatan produksi	
	x. Menyesuaikan kebutuhan dan menyelesaikan laporan proyek dan kinerja anggaran	

Gambar 2.11. Metode *Mixed Modified Systematic Layout Planning* (Selvia, 2019)

2.2.4. Metode Perancangan *Automated Manufacturing System Planning*

Mengutip dari Heragu (2008) industri manufaktur mengalami perkembangan yang signifikan dengan peningkatan pada jumlah dan jenis sistem manufaktur yang

terotomasi di industri. Permasalahan desain menjadi semakin kompleks dengan penggunaan sistem otomatis yang digunakan untuk transisi teknologi konvensional. Perancangan manufaktur menggunakan desain sistem yang direncanakan secara hirarki dalam menentukan produk, proses, jumlah dan peralatan manufaktur. Gambar 2.12. merupakan tampilan dari proses perancangan sistem manufaktur terotomasi yang dikutip dari Heragu (2013).



Gambar 2.12. Metode Automated Manufacturing System Planning (Heragu, 2008)

Struktur manufaktur yang mencakup perancangan tata letak, metode penanganan material yang digunakan dan perangkat penanganan material diperlukan untuk pembuatan desain sistem manufaktur yang kompleks seperti pada Gambar 2.12. Pemecahan permasalahan pada perencanaan ini mencakup pada penentuan permasalahan umum pada tata letak yang digunakan. Secara garis besar perancangan sistem manufaktur mengacu pada Heragu (2008) perancangan terbagi menjadi penataan tata letak, perancangan proses, mendeteksi kebutuhan *material handling* dan kebutuhan peralatan produksi, metode penempatan mesin dan departemen berdasar sel, aliran material, hingga manajemen pada sistem distribusi, kualitas, serta kontrol inventori manufaktur. Heragu (2008) menyebutkan

penanganan perencanaan manufaktur dapat diselesaikan dengan urutan yang tidak harus menyeluruh dan berurutan sesuai yang ditunjukkan.

2.2.5. Pendekatan Algoritma

Stephens dan Meyers (2013) menyebutkan pendekatan algoritma merupakan analisis penyesuaian departemen atau *workcenter* berdasarkan nilai kedekatan dan intensitas aliran material yang direduksi menjadi suatu proses algoritma. Model dan algoritma yang Meyers buat merupakan prosedur formal yang dapat membantu analisis tata letak dengan mengembangkan atau meningkatkan tata letak dan pada saat yang sama memberikan kriteria objektif untuk memudahkan evaluasi berbagai alternatif tata letak yang muncul dalam proses tersebut. Algoritma dapat melalui pendekatan secara manual dan komputasi yang sangat efektif untuk mendapatkan hasil analisis yang tepat dan cepat berdasarkan variasi data input yang dimasukkan. Metode komputasi yang umumnya dipakai adalah dengan menggunakan CRAFT dan BLOCPLAN.

a . CRAFT

Computerized Relative Allocation of Facilities Technique atau CRAFT merupakan salah satu algoritma komputasi sebagai salah satu penyusunan tata letak dengan menggunakan data input yang berasal dari *from-to-chart* untuk aliran yang berkaitan. Penggunaan CRAFT merupakan algoritma tipe perbaikan yang memerlukan data tata letak awal atau *initial layout* serta *from-to chart* dari seluruh departemen yang terlibat. Nilai dari jarak antara penempatan dari masing-masing departemen kerja dibentuk dalam diagram matriks. Pengisian matriks mengikuti diagram *from-to chart* yang akan berkorelasi terhadap matriks dari biaya unit. Secara matematis penggunaan CRAFT untuk menghitung jarak antar departemen atau disebut juga sebagai *distance based objective*, dengan menggunakan hasil optimum dari *min z* sebagai ukuran biaya untuk satuan waktu yang menunjukkan perpindahan, variabel *m* sebagai ukuran sebanyak departemen yang ditinjau, *f_{ij}* sebagai aliran departemen *i* ke departemen elemen *j*, variabel *c_{ij}* sebagai nilai dari biaya perpindahan dari departemen *i* ke departemen *j* dan terakhir adalah menggunakan variabel *d_{ij}* sebagai jarak dari departemen *i* ke departemen *j*. Berikut ini adalah persamaan dasar dari penentuan algoritma CRAFT yang bisa dilihat pada Persamaan 2.1

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij} c_{ij} d_{ij} \quad (2.2)$$

b. BLOCPLAN

Dilansir dari Tompkins (2010) salah satu metode komputasi dalam penentuan *layout* dengan menggunakan BLOCPLAN, yang memiliki fitur untuk menghitung biaya tata letak yang diukur dengan tujuan berbasis jarak dan maupun dengan tujuan berbasis kedekatan untuk mengoptimalkan jalur dan hubungan keterkaitan antar departemen. BLOCPLAN menggunakan dua jenis data yang berasal dari *relationship chart* dan *from to chart*. Biaya dihitung berdasarkan jarak antar departemen atau dari faktor kedekatan antar departemen. BLOCPLAN menggunakan representasi berkelanjutan untuk membangkitkan tata letak dengan skor optimal. Algoritma ini akan mencari solusi terbaik dengan menukar dan memindahkan posisi dari departemen secara berpasang-pasangan untuk mengevaluasi tata letak pada satu waktu. Pertimbangan untuk memindahkan posisi ini akan membentuk alternatif tata letak terbaik berdasar nilai skor. Penentuan skor kedekatan untuk masing-masing departemen menggunakan *closeness rating*. Melalui pendekatan ini, dapat dibuat model matematis dengan penentuan akhir berbentuk *max z* atau nilai kedekatan (*adjacency score*) dengan variabel x_{ij} sebagai bentuk kedekatan dengan nilai yang dipakai adalah 1 untuk menunjukkan jika departemen i dan j memiliki departemen yang berdekatan sedangkan nilai 0 yang menunjukkan tidak ada relevansi kedekatan antar dua departemen. Variabel kedua yang digunakan adalah f_{ij} untuk menunjukkan *flow* atau aliran antar departemen ke- i menuju departemen ke- j . Berikut ini persamaan untuk membangkitkan nilai skor kedekatan yang digunakan pada algoritma terkomputasi BLOCPLAN yang dapat dilihat pada Persamaan 2.2

$$Max z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij} x_{ij} \quad (2.3)$$