

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian diperlukan pendalaman materi dan kasus yang sesuai dengan topik penelitian yang akan dibahas. Penelitian terdahulu digunakan sebagai pembelajaran dan referensi untuk penelitian saat ini.

Penelitian tentang perancangan tata letak pada perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan logam dan perdagangan mesin oleh Nursandi dkk (2014). Penelitian dilakukan di PT. Kramatraya Sejahtera tersebut memiliki permasalahan terkait biaya sewa tempat yang mahal dan jalur transportasi yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan, sehingga perusahaan memutuskan untuk berpindah tempat. Perpindahan tempat tersebut menyebabkan perusahaan harus melakukan evaluasi dan perancangan tata letak yang sesuai dengan kebutuhan produksi. Di samping itu rancangan mampu digunakan untuk menambah fasilitas seperti mess untuk pekerja, *workshop* baru, dan kantor. Dalam merancang tata letak fasilitas peneliti menggunakan metode *Blocplan*. Metode ini dipilih karena mampu menunjukkan derajat kedekatan yang dinotasikan dalam bentuk huruf untuk penentuan nilai vector yang dibutuhkan dalam penentuan *R-score (normalized relationship distance score)*.

Penelitian oleh Fauzan dkk (2013) terkait usulan tata letak pada industri hilir teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII. Penelitian ini terdapat permasalahan terkait tata letak mesin yang tidak berurutan dengan proses produksi. Selain itu juga ditemukan fasilitas yang mengganggu aliran produksi. Metode yang dipilih yaitu algoritma *Automated Layout Design Program (ALDEP)*. Metode ini dipilih dengan maksud untuk meminimasi ongkos penanganan material dan jarak tempuh. Hasil rancangan diperoleh dari alternatif rancangan yang didapatkan dari dua prosedur metode ini yaitu prosedur pemilihan dan prosedur penempatan. Di samping itu beberapa alternatif yang dihasilkan oleh metode ini dapat menunjukkan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif.

Penelitian tentang perancangan tata letak untuk perusahaan yang berkapasitas rendah oleh De Carlo dkk (2013). Penelitian ini memiliki permasalahan terkait

dengan penurunan efisiensi. Hal ini diakibatkan oleh beberapa penyebab seperti peningkatan *work in process* (WIP), kehilangan kendali atas aktivitas manufaktur, dan variasi waktu siklus yang tinggi. Metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan *Lean*. Metode ini dipilih karena mampu mengurangi waktu proses, meningkatkan pemenuhan order pemesanan per tahun, dan mampu meningkatkan laba.

Penelitian tentang perancangan tata letak untuk meningkatkan produktivitas di CV. Mandiri Tiban III oleh Samsudin dkk (2014). Penelitian di perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan jamur tiram tersebut memiliki masalah terkait tempat penyimpanan dengan lantai produksi masih berjauhan dan tidak beraturan sehingga waktu perpindahan menjadi lama dan menyebabkan pabrik tidak mampu memenuhi permintaan konsumen. Metode yang dipilih adalah ARC (*Activity Relationship Chart*) karena mampu memberikan peningkatan *output* sebesar 2,3%, mengurangi jarak tempuh sebanyak 62,5 m dan mengurangi waktu proses sebanyak 564 detik.

Penelitian tentang perancangan tata letak lantai produksi oleh Asnajibullah (2014) di Isun Vera Pontianak. UKM yang bergerak di bidang pengolahan produk yang berbahan dasar lidah buaya tersebut memiliki masalah terkait dengan aliran produksi yang tidak sesuai dengan urutan proses produksi dan pengelompokan fasilitas ke dalam satu area kerja yang belum sesuai. Hal ini mengakibatkan adanya arus bolak-balik. Di samping itu juga dikarenakan dalam proses produksi yang berbeda menggunakan fasilitas yang sama. Masalah lain yaitu antar fasilitas seperti penempatan mesin dodol yang berjauhan dengan meja kerja. Metode yang dipilih untuk merancang tata letak ini yaitu *Systematic Layout Planning* karena mampu memperpendek jarak aliran material fasilitas.

Penelitian tentang perancangan tata letak untuk tempat *packaging* di PT. ABC oleh Rubianto dkk (2014). Perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan minyak kelapa dan kelapa sawit tersebut memiliki permasalahan terkait keinginan perusahaan untuk melakukan perluasan pasar yang mengharuskan perusahaan untuk membangun tempat *packaging*. Tempat *packaging* terdiri dari beberapa departemen yaitu departemen produksi, departemen pengendalian kualitas, departemen PPIC, departemen pembelian, departemen pemasaran dan penjualan, gudang, dan departemen perawatan. Metode yang digunakan adalah *Systematic Layout Planning*, sedangkan metode untuk penataan tata letak

menggunakan metode CORELAP. Metode ini dipilih karena untuk mendapatkan tata letak yang terbaik dengan momen terkecil.

Penelitian tentang perancangan tata letak fasilitas produksi di PT. Dwi Indah *Plant* Gunung Putri oleh Pratama dkk (2015). Perusahaan yang bergerak di bidang produksi plastik tersebut memiliki beberapa permasalahan terkait dengan ketidakteraturan dalam pengaturan tata letak mesin. Permasalahan tersebut diakibatkan oleh penambahan jumlah mesin secara terus menerus namun dengan luas area pabrik yang terbatas. Di samping itu juga terdapat permasalahan terkait dengan aliran material yang tidak berurutan sehingga terjadi alur bolak-balik pada proses produksi. Hal ini menyebabkan jarak perpindahan yang panjang pada lantai produksi. Permasalahan lainnya terdapat pada bagian proses produksi di mana perusahaan tidak mampu mencapai target produksi. Metode yang dipilih untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut adalah dengan menggunakan algoritma *Blocplan*. Metode ini digunakan karena dapat menggunakan peta keterkaitan sebagai masukan dan biaya tata letak akan terukur dengan kedekatan. Alasan lain pemilihan metode ini karena meminimumkan momen perpindahan material.

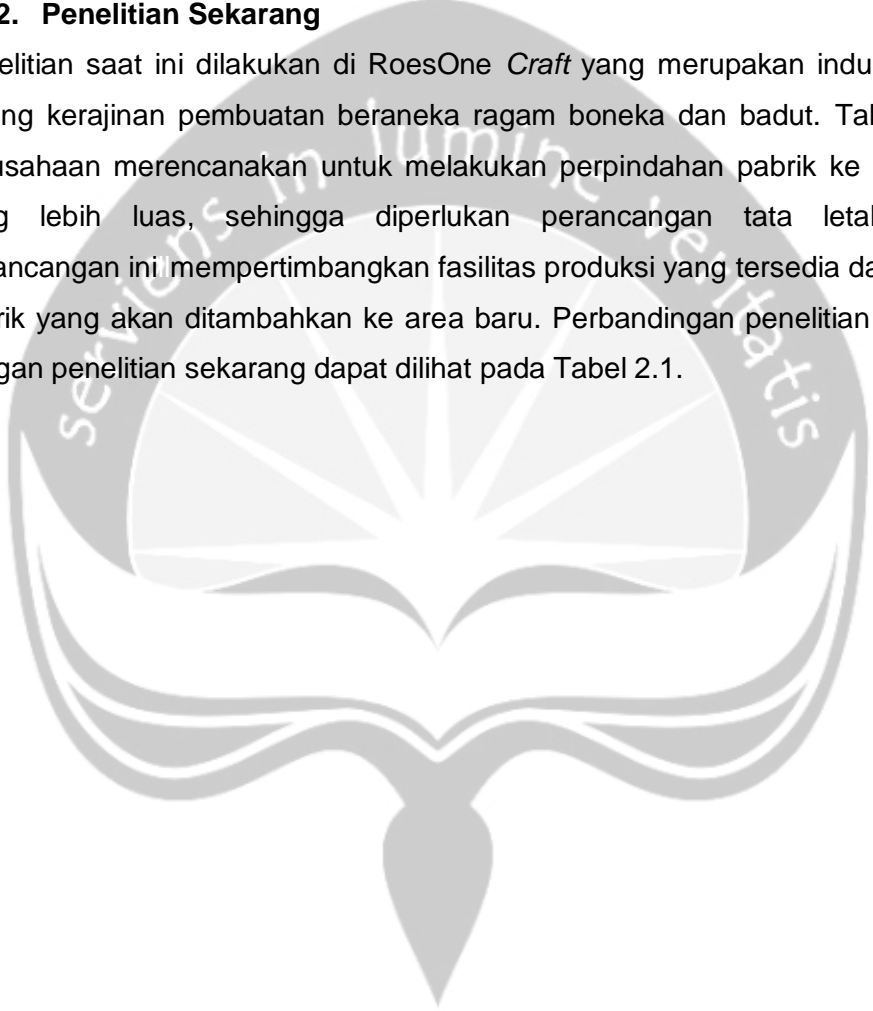
Penelitian tentang perancangan tata letak di CV. Shiamiq Terang Abadi oleh Putri dkk (2015). Perusahaan yang memproduksi rangka meja ping-pong tersebut memiliki permasalahan terkait dengan letak fasilitas yang tidak sesuai dengan hubungan keterkaitan antar aktivitas dan alur bolak balik pada proses produksi. Hal ini mengakibatkan biaya untuk penanganan material yang tinggi. Metode yang digunakan untuk penyelesaian tersebut adalah dengan metode *Systematic Layout Planning*. Metode ini dipilih karena menghasilkan beberapa alternatif solusi untuk kemudian dipilih yang terbaik untuk menyelesaikan permasalahan tata letak pada perusahaan. Di samping itu metode ini memiliki prosedur yang rinci untuk mengatur tata letak berdasarkan urutan proses.

Penelitian tentang perbaikan tata letak oleh Eliud dkk (2018). Perusahaan yang bergerak di bidang permesinan dan fabrikasi tersebut ingin meningkatkan produktivitas pada proses produksi. Oleh karena itu perusahaan perlu menambahkan jumlah mesin yang beroperasi pada stasiun kerja permesinan. Metode yang dipilih untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu dengan metode *Systematic Layout Planning*. Metode ini digunakan karena mampu meningkatkan produktivitas dalam perbaikan tata letak yang sudah ada.

Penelitian tentang perancangan tata letak oleh Mahayati (2019). Tempat yang membantu pelayanan kepada sentra-sentra kerajinan tersebut ingin melakukan revitalisasi untuk peningkatan nilai dan fungsi dari sebelumnya. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu metode Systematic Layout Planning (SLP) dan metode Meyers. Kedua metode ini dipilih karena memiliki beberapa kemiripan, di mana metode Meyers memiliki cara-cara yang lebih rinci dan menunjang metode SLP yang meliputi 24 langkah teknik perancangan.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian saat ini dilakukan di RoesOne *Craft* yang merupakan industri dalam bidang kerajinan pembuatan beraneka ragam boneka dan badut. Tahun 2020, perusahaan merencanakan untuk melakukan perpindahan pabrik ke area baru yang lebih luas, sehingga diperlukan perancangan tata letak fasilitas. Perancangan ini mempertimbangkan fasilitas produksi yang tersedia dan fasilitas pabrik yang akan ditambahkan ke area baru. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

No	Judul	Penulis	Sumber	Perbandingan dengan Penelitian		
				Objek	Metode Penelitian	Kasus
1	Perancangan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Isun Vera Pontianak Menggunakan Metode <i>Systematic Layout Planning</i>	Deshra Asnajibullah	Jurnal Online pada program studi Teknik Industri, Universitas Tanjungpura	Isun Vera Pontianak	Systematic Layout Planning	Aliran produksi yang tidak sesuai dengan urutan proses produksi dan pengelompokkan fasilitas ke dalam satu area kerja yang belum sesuai.
2	Improvement of Facility Layout Using Systematic Layout Planning	Maina Eliud, dkk.	<i>IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)</i>	Perusahaan Permesinan dan Fabrikasi	Systematic Layout Planning	Perusahaan perlu menambahkan jumlah mesin yang beroperasi pada stasiun kerja permesinan untuk meningkatkan produktivitas.
3	Layout Design for a Low Capacity Manufacturing Line	Filippo De Carlo, dkk.	<i>International Journal of Engineering Business Management Special Issue on Innovations in Fashion Industry, University of Florence</i>	Perusahaan Mode	Lean	Penurunan efisiensi yang diakibatkan oleh beberapa penyebab seperti peningkatan <i>work in process (WIP)</i> , kehilangan kendali atas aktivitas manufaktur, dan variasi waktu siklus yang tinggi.
4	Usulan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Automated Layout Design Program di Industri Hilir The PT. Perkebunan Nusantara VIII	Fauzan, dkk.	Jurnal Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Bandung	Industri Hilir The PT. Perkebunan Nusantara VIII	Automated Layout Design Program di Industri	Tata letak mesin yang tidak berurutan dengan proses produksi dan fasilitas yang mengganggu aliran produksi.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Penulis	Sumber	Perbandingan dengan Penelitian		
				Objek	Metode Penelitian	Kasus
5	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik Pembuatan Rangka Meja Ping-Pong pada CV Shiamiq Terang Abadi	Ade Putri, dkk.	Jurnal Program Studi Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret	CV Shiamiq Terang Abadi	Systematic Layout Planning	Letak fasilitas yang tidak sesuai dengan hubungan keterkaitan antar aktivitas dan alur bolak balik pada proses produksi.
6	Rancangan Tata Letak Fasilitas dengan Menggunakan Metode <i>Blocplan</i> di PT. Kramatraya Sejahtera	Nursandi, dkk.	Jurnal pada Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung	PT. Kramatraya Sejahtera	Blocplan	Biaya sewa tempat yang mahal dan jalur transportasi yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan, sehingga perusahaan memutuskan untuk berpindah tempat.
7	Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi pada PT. Dwi Indah <i>Plant</i> Gunung Putri dengan Menggunakan Algoritma <i>Blocplan</i>	Aditya Pratama, dkk.	E-Proceeding of Engineering pada Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom	PT. Dwi Indah Plant Gunung Putri	Blocplan	Ketidakteraturan dalam pengaturan tata letak mesin dikarenakan penambahan jumlah mesin secara terus menerus namun dengan luas area pabrik yang terbatas. Permasalahan lain terkait dengan aliran material yang tidak berurutan sehingga terjadi alur bolak-balik pada proses produksi.
8	Penentuan Lokasi dan Perancangan Tata Letak Fasilitas Tempat Packaging PT. ABC	Christina Rubianto, dkk.	Jurnal Titra	PT. ABC	Systematic Layout Planning dan CORELAP	Perusahaan ingin melakukan perluasan pasar yang mengharuskan perusahaan untuk membangun tempat <i>packaging</i> .

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu				
	Penulis	Sumber	Objek	Metode Penelitian	Kasus
9	Samsudin, dkk.	Jurnal pada Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan	CV. Mandiri Tiban III	Activity Relationship Chart	Tempat penyimpanan dengan lantai produksi masih berjauhan dan tidak beraturan sehingga waktu perpindahan menjadi lama dan menyebabkan pabrik tidak mampu memenuhi permintaan konsumen.
10	Ngesti Tusing Mahayati	Skripsi Program Studi Teknik Industri	UPT Ragam Metal Yogyakarta	Systematic Layout Planning dan Meyers	Tempat tersebut ingin melakukan revitalisasi untuk peningkatan nilai dan fungsi dari sebelumnya.
No	Penelitian Sekarang				
	Penulis	Sumber	Objek	Metode Penelitian	Kasus
1	Georgina Audrey	Skripsi Program Studi Teknik Industri	RoesOne Craft Yogyakarta	Systematic Layout Planning dan Meyers	Perusahaan ingin melakukan ekspansi usaha dengan melakukan perancangan tata letak pabrik. Permasalahan pada tata letak awal adalah fasilitas sempit dan operator tidak dapat berpindah secara leluasa.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Definisi Tata Letak Fasilitas

Beberapa ahli mengemukakan definisi dari tata letak sebagai berikut.

- a. Menurut Heizer dan Render (2009), tata letak fasilitas merupakan sebuah strategi yang digunakan untuk mengembangkan sistem produksi yang efektif dan efisien dalam jangka panjang.
- b. Menurut Tompkins (2010), tata letak fasilitas merupakan strategi dalam menentukan bagaimana komponen perancangan dari suatu fasilitas dapat mendukung pencapaian tujuan perusahaan.
- c. Menurut Garcia-Diaz (2014), tata letak fasilitas berkaitan dengan desain, lokasi, dan akomodasi manusia, mesin, dan kegiatan sistem atau perusahaan baik manufaktur maupun jasa dalam lingkungan fisik perusahaan.

2.2.2. Tujuan Perancangan Tata Letak

Menurut Tompkins (2010), terdapat tujuan utama dalam perancangan fasilitas yaitu sebagai berikut.

- a. Memudahkan dalam melakukan bisnis dengan pelanggan.
- b. Memaksimalkan kecepatan dalam merespon pelanggan.
- c. Mengurangi biaya dan meningkatkan keuntungan rantai pasok.
- d. Mengintegrasikan rantai pasok melalui kemitraan dan komunikasi.
- e. Mendukung visi organisasi dengan meningkatkan penanganan dan pengendalian material, serta tata graha yang baik.
- f. Efektif dalam memanfaatkan tenaga kerja, peralatan, ruang, dan energi.
- g. Mampu beradaptasi dan mempromosikan kemudahan dalam perawatan.
- h. Menyediakan keselamatan kerja bagi pekerja, kepuasan kerja, efisiensi energi, dan tanggung jawab lingkungan.

Menurut Stephens dan Meyers (2013) terdapat beberapa tujuan tambahan untuk membantu mewujudkan tujuan utama dari perancangan tata letak yakni sebagai berikut.

- a. Meminimasi biaya produksi. Meminimasi biaya proyek.
- b. Mengoptimalkan kualitas.
- c. Meningkatkan efektifitas dari penggunaan tenaga kerja, peralatan, ruang, dan energi.
- d. Memberikan kepuasan, rasa nyaman, dan aman bagi pekerja.

- e. Mengendalikan biaya proyek.
- f. Menentukan waktu dimulainya proses produksi.
- g. Membangun perencanaan yang fleksibel.
- h. Mengurangi atau menghilangkan inventori yang berlebihan.
- i. Mencapai tujuan-tujuan lain perusahaan.

2.2.3. Proses Perencanaan Fasilitas

Dalam merancang tata letak fasilitas harus dilakukan perencanaan terlebih dulu. Perencanaan tata letak fasilitas melalui tahapan-tahapan yang sistematis untuk mendukung tujuan perancangan tata letak fasilitas.

Menurut Tompkins (2010), proses perencanaan fasilitas terbagi menjadi sembilan tahap yang dijabarkan sebagai berikut.

- a. Definisikan atau definisikan ulang tujuan fasilitas, seperti output produksi. Volume atau level aktivitas juga dapat ditentukan secara kuantitatif.
- b. Menentukan spesifikasi proses manufaktur dan aktivitas pendukung yang ada di dalam perusahaan dalam rangka menghasilkan suatu produk. Spesifikasi ini umumnya meliputi operasi, peralatan, tenaga kerja, dan aliran material.
- c. Menentukan keterkaitan keseluruhan aktivitas.
- d. Menentukan luas ruangan yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas.
- e. Membangun rencana alternatif fasilitas termasuk rancangan fasilitas dan lokasi alternatif fasilitas.
- f. Melakukan evaluasi terhadap rencana fasilitas tersebut.
- g. Menentukan rencana fasilitas terbaik.
- h. Mengimplementasikan rencana fasilitas yang telah dipilih seperti proses instalasi tata letak yang telah dipilih dan menjalankan fasilitas tersebut.
- i. Mengatur dan menyesuaikan rencana fasilitas.
- j. Memperbaharui tujuan dari fasilitas terkait dengan produk yang akan dihasilkan.

2.2.4. Faktor-Faktor Penting yang Dipertimbangkan dalam Tata Letak

Dalam menentukan kebutuhan sebuah fasilitas terdapat tiga faktor yang perlu dipertimbangkan yaitu *flow systems* (sistem aliran), *activity relationships* (hubungan aktivitas), dan *space requirements* (ruang yang dibutuhkan).

a. *Flow Systems* (Sistem Aliran)

Terdapat beberapa klasifikasi *flow* (aliran) yaitu berdasarkan objek aliran, pola aliran, tingkatannya, ruang lingkup, dan tipe tata letak. Klasifikasi aliran yang terjadi berdasarkan objek aliran terdiri dari material, manusia, dan informasi. Klasifikasi aliran berdasarkan pola aliran terdiri dari pola aliran horizontal dan vertikal. Berdasarkan tingkatannya terdiri dari makro dan mikro. Berdasarkan ruang lingkup terdiri dari aliran dalam stasiun kerja, aliran antar departemen, dan aliran di dalam departemen. Berdasarkan tipe tata letak terdiri dari *fixed product layout*, *product layout*, *group layout*, dan *process layout*.

Faktor yang mempengaruhi aliran material yaitu ukuran lot atau *batch*, ukuran muatan satuan, peralatan penanganan bahan beserta strategi yang diterapkan, susunan dan rancangan tata letak, dan konfigurasi dan bentuk bangunan.

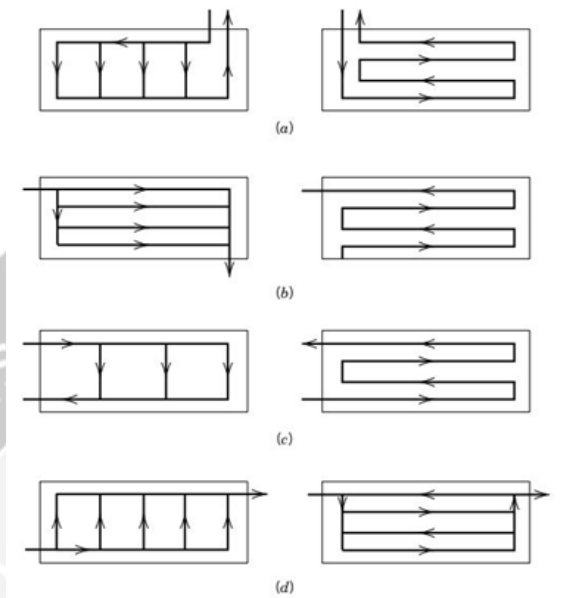
Menurut Tompkins (2010) terdapat tiga jenis tipe pola aliran yaitu aliran dalam stasiun kerja, aliran antar departemen, dan aliran di dalam departemen.

i. Aliran dalam stasiun kerja

Aliran ini terkait dengan perancangan tempat kerja. Dasar pertimbangan yang digunakan adalah studi gerakan dan ergonomi, dimana aliran gerak harus mencakup simultan, simetris, alami, ritmis, dan, sesuai dengan perilaku manusia.

ii. Aliran antardepartemen

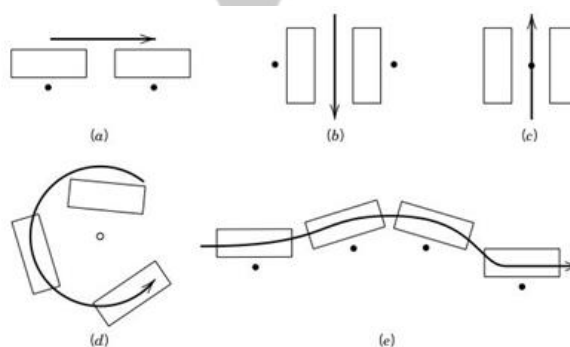
Aliran ini mengevaluasi semua aliran yang terjadi pada fasilitas dengan pertimbangan penting yaitu pintu masuk sebagai *receiving* dan pintu keluar sebagai *shipping*. Aliran antardepartemen dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pola Aliran Antar Departemen Mempertimbangkan Letak Titik Masukan/Keluaran (a) Lokasi yang Sama (b) Sisi Bersebelahan (c) Sisi yang Sama (d) Sisi Berlawanan (Tompkins et al. 2010)

iii. Aliran di dalam departemen

Pola aliran ini mengikuti urutan aliran produk dan bergantung pada tipe departemen. Terdapat empat tipe departemen yaitu *product department*, *process department*, *family department*, dan *fixed location material department*. Aliran di dalam departemen dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Pola Aliran di dalam Departemen (a) End-to-end (b) Back-to-back (c) Front-to-front (d) Circular (e) Odd-angle. (Tompkins et al. 2010)

b. *Activity Relationship* (Hubungan Aktivitas)

Melakukan pengukuran aktivitas antar departemen merupakan salah satu elemen penting dalam perancangan tata letak fasilitas. Untuk mengevaluasi pengaturan tata letak alternatif, maka hubungan antar aktivitas harus ditentukan. Hubungan aktivitas dalam diukur dari segi kuantitatif dan segi kualitatif. Dari segi kuantitatif dapat diukur dari jumlah unit yang dihasilkan per jam, perpindahan material per hari, per minggu ataupun per tahun. Untuk segi kualitatif dapat diukur dari kebutuhan kedekatan antar dua departemen.

c. *Space Requirements* (Kebutuhan Ruang)

Dalam lingkup manufaktur dan perkantoran, kebutuhan ruang harus ditentukan terlebih dulu dari kebutuhan area pekerja, kemudian kebutuhan departemen berdasarkan stasiun kerja yang ada pada departemen tersebut.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan kebutuhan ruang untuk area penyimpanan meliputi level inventori, unit penyimpanan, metode penyimpanan, peralatan yang digunakan, batasan ruang, dan area pekerja yang dibutuhkan.

Suatu stasiun kerja, seperti pabrik pada umumnya, terdiri dari kebutuhan ruang untuk peralatan, material, dan pekerja. Ruang yang dibutuhkan untuk peralatan dalam stasiun kerja menurut Tompkins et al. (2010) meliputi:

- i. Peralatan
- ii. Pergerakan mesin
- iii. Layanan seperangkat peralatan (*plant*)
- iv. Perawatan mesin

Ruang yang dibutuhkan pekerja dalam stasiun kerja menurut Tompkins et al. (2010) meliputi:

- i. Area kerja untuk operator
- ii. Penanganan material
- iii. Jalan masuk dan keluar untuk operator

Ruang yang dibutuhkan untuk material dalam stasiun kerja menurut Tompkins et al. (2010) meliputi:

- i. Penerimaan dan penyimpanan material
- ii. Penyimpanan sementara untuk produk setengah jadi
- iii. Penyimpanan produk jadi dan pengiriman
- iv. Penyimpanan dan pengiriman *waste* (pemborosan) dan *scrap*

- v. Penyimpanan peralatan, perlengkapan, *jigs*, *dies*, dan peralatan untuk perawatan lainnya.

2.2.5. Metode Meyers

Kualitas perancangan tata letak fasilitas bergantung pada kemampuan yang dimiliki oleh perencana atau perancang tata letak tersebut untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Perancangan tata letak fasilitas yang baik akan dihasilkan apabila mengikuti prosedur yang sesuai dan berurutan. Meyers (2013) mengemukakan dua puluh empat langkah dalam prosedur perancangan tata letak fasilitas secara terperinci. Namun terdapat kemungkinan beberapa langkah tidak digunakan dikarenakan situasi tata letak fasilitas dan permasalahan yang dihadapi berbeda-beda. Langkah-langkah tersebut dijabarkan sebagai berikut.

- a. Menentukan produk yang akan dihasilkan
- b. Menentukan jumlah produk yang dihasilkan setiap unit per waktu, misalnya 1.500 unit selama 8 jam kerja.
- c. Menentukan komponen yang akan dibeli ataupun yang akan diproduksi.
- d. Menentukan proses produksi yang harus dilakukan untuk menghasilkan tiap komponen, atau yang disebut dengan *process planning*.
- e. Menentukan urutan perakitan atau yang disebut dengan *assembly line balancing*.
- f. Menetapkan waktu standar untuk tiap operasi.
- g. Menentukan laju produksi (*plant rate*). Hal ini menunjukkan kecepatan suatu fasilitas untuk melakukan proses produksi.
- h. Menentukan jumlah mesin yang dibutuhkan.
- i. Menyeimbangkan area kerja produksi (*work cells*) atau area perakitan (*assembly lines*).
- j. Mempelajari pola aliran material untuk mendapatkan jarak terpendek di dalam dalam fasilitas dengan menggunakan *tools* berikut.
 - i. *Multiproduct Process Chart*
 - ii. *Material Handling Planning Sheet*
 - iii. *From-To Chart*
- k. Menentukan keterkaitan antar aktivitas, seperti menentukan kedekatan departemen satu dengan yang lainnya untuk meminimasi sumber daya manusia dan pergerakan material.
- l. Merancang tata letak untuk setiap stasiun kerja.

- m. Mengidentifikasi kebutuhan baik untuk pelayanan pribadi maupun fasilitas pabrik dan menyediakan ruang yang dibutuhkan.
- n. Mengidentifikasi kebutuhan kantor dan tata letak yang sesuai.
- o. Mengembangkan keseluruhan ruang yang dibutuhkan berdasarkan ketentuan di atas.
- p. Memilih penanganan material yang diperlukan.
- q. Mengalokasikan area berdasarkan ruang yang dibutuhkan dan keterkaitan antar aktivitas.
- r. Mengembangkan rencana plot dan bentuk bangunan.
- s. Membuat *master plan*.
- t. Mencari masukan (*input*) dan melakukan penyesuaian.
- u. Meminta persetujuan, menerima saran, dan melakukan perubahan sesuai dengan kebutuhan.
- v. Melakukan instalasi tata letak yang telah dirancang.
- w. Memulai proses produksi.
- x. Melakukan penyesuaian sesuai kebutuhan dan menyelesaikan laporan proyek serta kinerja anggaran.

2.2.6. Systematic Layout Planning (SLP)

Systematic Layout Planning merupakan metode perancangan yang paling populer dan dikembangkan oleh Murther. Metode ini menggunakan pendekatan yang sistematis dalam perancangan tata letak dan telah digunakan untuk tata letak produksi, transportasi, penyimpanan, layanan pendukung, dan perkantoran. Salah satu alat yang digunakan dalam metode ini adalah dengan peta hubungan aktivitas (*activity relationship chart*). Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Metode Systematic Layout Planning

Langkah-langkah metode SLP yang dikembangkan oleh Muther (2015) sebagai berikut.

a. Data Masukan dan Aktivitas

Data masukan ini terkait dengan produk yang akan dihasilkan dan jumlah tiap produk yang akan dihasilkan. Aktivitas yang dimaksud dalam metode ini yaitu area yang termasuk dalam tata letak, seperti bangunan, departemen dalam kantor, ataupun mesin.

b. Diagram Hubungan Aktivitas dan Aliran

Data awal yang dibutuhkan untuk melakukan analisis aliran material dan hubungan keterkaitan berupa *routing* atau proses produksi suatu produk. *Tools* yang digunakan untuk menganalisis aliran meliputi *Operating Process Chart*, *Multi-product Process Chart*, *From-To Chart*, dan *Relationship Survey*. Keluaran dari

langkah ini adalah *Relationship Diagram*. Diagram ini digambarkan dengan garis yang menunjukkan kedekatan antar departemen, umumnya tiap departemen dilambangkan dengan lingkaran agar mudah dipahami.

c. Kebutuhan Ruang

Penentuan untuk kebutuhan ruang dapat dilakukan dengan perhitungan, konversi, standar ruang, tren rasio dan proyeksi. Ruang yang tersedia disesuaikan dengan permintaan pemilik perusahaan. Keluaran pada langkah ini yaitu *Space Relationship Diagram*.

d. Modifikasi dan Batasan Praktis

Modifikasi dilakukan untuk mendapatkan tata letak yang sesuai dengan kebutuhan pabrik dan pekerja. Sebagai contoh modifikasi dilakukan apabila tata letak yang diusulkan tidak dapat memenuhi departemen yang ada, sehingga perlu dilakukan ekspansi. Batasan praktis bersifat kondisional, seperti memberikan *dummy* atau gang. Kedua tahap yang merupakan langkah penyesuaian ini dilakukan untuk mendapatkan tata letak alternatif.

e. Pembuatan Alternatif Tata Letak

Pembuatan alternatif dilakukan dengan memilih beberapa tata letak yang dinilai baik dan sesuai untuk diterapkan.

f. Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk memilih tata letak berdasarkan beberapa alternatif yang dikembangkan dan melakukan peninjauan ulang berdasarkan kelebihan dan kekurangan tata letak tersebut, analisis faktor penilaian, dan perbandingan biaya.

Perbandingan metode Meyers dan SLP dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan Metode SLP dengan Meyers

Systematic Layout Planning	Meyers
a. Masukan data dan Aktivitas	a. Menentukan produk yang akan dihasilkan
	b. Menentukan jumlah produk yang dihasilkan setiap unit per waktu
	c. Menentukan komponen yang akan dibeli ataupun yang akan dibuat
	d. Menentukan proses produksi yang harus dilakukan
	f. Menetapkan waktu standar untuk tiap operasi
	g. Menentukan laju produksi
	h. Menentukan jumlah mesin yang dibutuhkan
	b. Diagram Hubungan Aktivitas dan Aliran
i. Menyeimbangkan area kerja produksi atau area perakitan	
j. MPPC, MHPS, dan FTC	
k. Menentukan keterkaitan antar aktivitas	
c. Kebutuhan Ruang	p. Memilih penanganan material yang diperlukan
	m. Mengidentifikasi kebutuhan baik untuk pelayanan pribadi maupun fasilitas pabrik
	q. Mengalokasikan area berdasarkan ruang yang dibutuhkan
d. Modifikasi dan Batasan Praktis	u. Meminta persetujuan, menerima saran, dan melakukan perubahan sesuai dengan kebutuhan
	t. Mencari masukan dan melakukan penyesuaian
e. Pembuatan Alternatif Tata Letak	l. Merancang tata letak untuk setiap stasiun kerja
	n. Mengidentifikasi kebutuhan kantor
	o. Mengembangkan keseluruhan ruang yang dibutuhkan
	r. Mengembangkan rencana plot dan bentuk bangunan
	s. Membuat <i>master plan</i>
	v. Melakukan instalasi tata letak yang telah dirancang

Tabel 2.2. Lanjutan

Systematic Layout Planning	Meyers
f. Evaluasi	w. Memulai proses produksi
	x. Melakukan penyesuaian sesuai kebutuhan

2.2.7. Peta Proses Operasi (PPO)

Peta proses operasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis aliran material. Peta ini digunakan untuk menunjukkan urutan proses operasi dan proses produksi tiap komponen hingga menjadi produk jadi. Terdapat enam klasifikasi kegiatan pada pemrosesan material dan dihubungkan menggunakan simbol dan garis seperti pada Gambar 2.4.

<u>Symbol</u>	<u>Action Classification</u>	<u>Predominant Result</u>
○	Operation	Produces or Accomplishes
➔	Transportation	Moves
◊	Handling	Handles or Positions
□	Inspection	Verifies
⌒	Delay	Interferes
▽	Storage	Keeps

Gambar 2.4. Simbol Klasifikasi Kegiatan Material (Muther et al., 2015)

Kegiatan *operation* diartikan bahwa material dapat dibentuk, dirakit, ataupun dibongkar dengan item lain ataupun material lain. *Transportation* dimaksudkan bahwa material dapat bergerak ataupun dipindahkan. *Handling* diartikan sebagai material dapat ditangani seperti dengan melakukan penyusunan, pengangkutan, peletakkan, dan pengarahannya ulang. Material dapat dihitung, diperiksa dan dilakukan pemeriksaan, sehingga diklasifikasikan dalam kegiatan *inspection*. Material juga dapat menunggu kegiatan lain sebelum dilakukan tahap selanjutnya atau menunggu jumlah material atau komponen dari tahap sebelumnya terpenuhi, kegiatan ini diklasifikasikan dengan *delay*. *Storage* dimaksudkan bahwa material baik mentah, setengah jadi, ataupun barang jadi akan melalui tahap penyimpanan.

2.2.8. Time Study

Time study dibutuhkan untuk mengetahui waktu standar setiap aktivitas yang terjadi dalam proses produksi. Waktu standar merupakan masukan awal untuk menentukan jumlah pekerja dan stasiun kerja yang dibutuhkan sesuai dengan

jadwal produksi, serta digunakan untuk menghitung jumlah mesin, dan perakitan keseimbangan lintasan. Teknik *time study* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stopwatch time study* dengan menggunakan waktu siklus aktual operasi pada jam kerja perusahaan. Waktu siklus aktual tersebut harus terlebih dulu diuji kecukupan dan keseragaman data. Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu normal dapat dilihat pada 2.1.

$$\text{Waktu Normal} = \text{Rata-rata waktu siklus} \times \frac{\text{Rating dalam persen}}{100} \quad (2.1.)$$

Rumus untuk menghitung waktu standar, yaitu:

$$\text{Waktu standar} = \text{waktu normal} + (\text{waktu normal} \times \text{kelonggaran dalam persen}) \quad (2.2)$$

Faktor kelonggaran yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah faktor kelonggaran yang telah dikembangkan oleh *International Labor Office* (ILO) dapat dilihat pada Gambar 2.5.

A. Constant allowances:		
1	Personal allowance	5
2	Basic fatigue allowance	4
B. Variable allowances:		
1	Standing allowance	2
2 Abnormal position allowance:		
a.	Slightly awkward	0
b.	Awkward (bending)	2
c.	Very awkward (lying, stretching)	7
3 Use of force, or muscular energy (lifting, pulling, or pushing):		
Weight lifted, pounds:		
	5	0
	10	1
	15	2
	20	3
	25	4
	30	5
	35	7
	40	9
	45	11
	50	13
	60	17
	70	22

Gambar 2.5. Tabel Rekomendasi Kelonggaran oleh ILO

4 Bad light:		
a.	Slightly below recommended	0
b.	Well below	2
c.	Quite inadequate	5
5 Atmospheric conditions (heat and humidity)- variable		0-100
6 Close attention:		
a.	Fairly fine work	0
b.	Fine or exacting	2
c.	Very fine or very exacting	5
7 Noise level:		
a.	Continuous	0
b.	Intermittent - loud	2
c.	Intermittent - very loud	5
d.	High-pitched - loud	5
8 Mental strain:		
a.	Fairly complex process	1
b.	Complex or wide span of attention	4
c.	Very complex	6
9 Monotony:		
a.	Low	0
b.	Medium	1
c.	High	4
10 Tediousness:		
a.	Rather tedious	0
b.	Tedious	2
c.	Very tedious	5

Gambar 2.5. Lanjutan

2.2.9. *Routing Sheet*

Routing sheet dibutuhkan untuk membantu material pada tiap operasi dan menunjukkan pekerjaan yang harus dilakukan oleh operator. *Route sheet* akan menunjukkan nomor komponen, nama komponen, kuantitas yang akan diproduksi, nomor operasi, rincian operasi, nomor mesin, nama mesin, peralatan yang dibutuhkan, dan waktu standar. *Route sheet* akan berakhir dengan operasi terakhir sebelum perakitan dilakukan.

2.2.10. *Multi-Product Process Chart (MPPC)*

MPPC merupakan teknik yang digunakan untuk menunjukkan urutan proses produksi material menjadi komponen. Masukan yang digunakan untuk membuat MPPC adalah Peta Proses Operasi (PPO) dan *route sheet*.

Beberapa tujuan yang diperoleh dari pembuatan MPPC yaitu:

- Menunjukkan hubungan keterkaitan operasi antar komponen.
- Menentukan jumlah mesin yang dibutuhkan.
- Menunjukkan perbandingan aliran tiap komponen yang diproduksi.

2.2.11. *Material Handling Planning Sheet (MHPS)*

MHPS digunakan untuk mengumpulkan informasi terkait dengan penanganan material. Informasi yang tersedia di MHPS meliputi bahan baku ataupun bahan

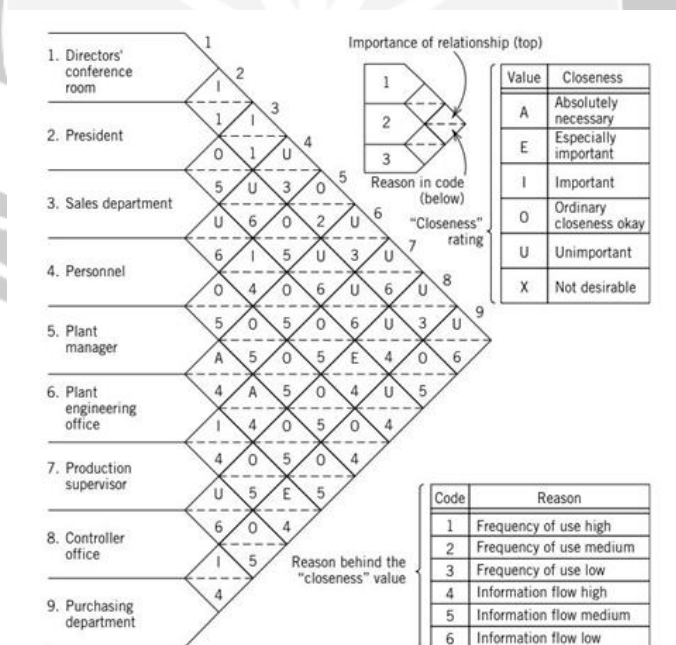
pembantu yang berpindah dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya, permintaan atas suatu bahan atau komponen, dimensi, volume, kapasitas angkut dari alat penanganan material dan jarak yang ditempuh alat tersebut saat melakukan perpindahan. Informasi ini digunakan untuk menentukan total jarak perpindahan material. Hasil dari analisis MHPS kemudian dapat digunakan dalam From-To Chart.

2.2.12. From-To Chart

From-to chart merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk menunjukkan perpindahan material, volume material, dan hubungan kuantitatif antar stasiun kerja. Urutan stasiun kerja dituliskan pada sisi kiri dan atas *form*. Urutan pada sisi vertikal digunakan untuk menunjukkan stasiun kerja awal, sedangkan urutan pada sisi horizontal digunakan untuk menunjukkan stasiun kerja yang dituju.

2.2.13. Activity Relationship Chart (ARC)

Peta hubungan aktivitas adalah salah satu alat yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antar departemen, kantor, atau area pelayanan dengan departemen lainnya.



Gambar 2.6. Activity Relationship Chart

Kode kedekatan digunakan untuk menunjukkan seberapa penting hubungan antar departemen yang satu dengan lainnya. *Relationship chart* terbagi menjadi dua sisi yang berbeda seperti pada Gambar 2.6. pada sisi atas digunakan untuk

menunjukkan derajat kepentingan berupa huruf A, E, I, U, O, dan X. Sisi bawah digunakan untuk menunjukkan alasan yang mendukung penentuan keterkaitan antar departemen yang dapat dilihat pada Tabel 2.3, sedangkan untuk kode kedekatan dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Value	Description
A	<i>Absolutely necessary</i> (mutlak perlu)
E	<i>Especially important</i> (sangat penting)
I	<i>Important</i> (penting)
O	<i>Ordinary closeness okay</i> (biasa)
U	<i>Unimportant</i> (tidak penting)
X	<i>Undesirable</i> (tidak diinginkan)

Gambar 2.7. Kode Kedekatan

Kode A digunakan untuk menunjukkan hubungan kedekatan antar dua departemen yang semua material dan operator melakukan perpindahan, sehingga letak kedua departemen tersebut harus berdekatan. Kode E digunakan untuk menunjukkan kedekatan antar departemen yang melakukan banyak perpindahan material dan pergerakan operator, namun tidak seluruhnya. Kode I dan O digunakan ketika antar departemen cukup penting untuk berada berdekatan. Kode U digunakan untuk menunjukkan ketika aktivitas atau letak departemen tidak perlu berada berdekatan, sehingga beberapa departemen dapat diletakkan berjauhan antar satu dengan lainnya. Kode X memiliki kepentingan yang sama dengan kode A namun untuk alasan yang berlawanan. Sebagai contoh apabila terdapat dua departemen yang menggunakan bahan bakar dan dapat memicu terjadinya ledakan, sehingga letak kedua departemen tersebut harus diletakkan berjauhan.

Tabel 2.3. Alasan Keterkaitan Antar Departemen

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Menggunakan catatan yang sama
2	Menggunakan personil yang sama
3	Memakai ruang yang sama
4	Derajat hubungan pribadi
5	Derajat hubungan kerja
6	Urutan aliran kerja
7	Melakukan pekerjaan yang sama
8	Menggunakan peralatan yang sama
9	Bising, kotor, debu, getar, dsb.

2.2.14. Workreamath

Workreamath adalah langkah penerapan dari algoritma perancangan stasiun kerja untuk memudahkan dalam perhitungan dimensi dan luas stasiun kerja. Data yang dibutuhkan dalam *workreamath* seperti dimensi tubuh manusia, material, dan mesin yang digunakan. Hasil yang didapatkan dari perhitungan *workreamath* ini adalah area kerja normal atau NWA dan area kerja maksimum MWA. Tampilan *workreamath* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

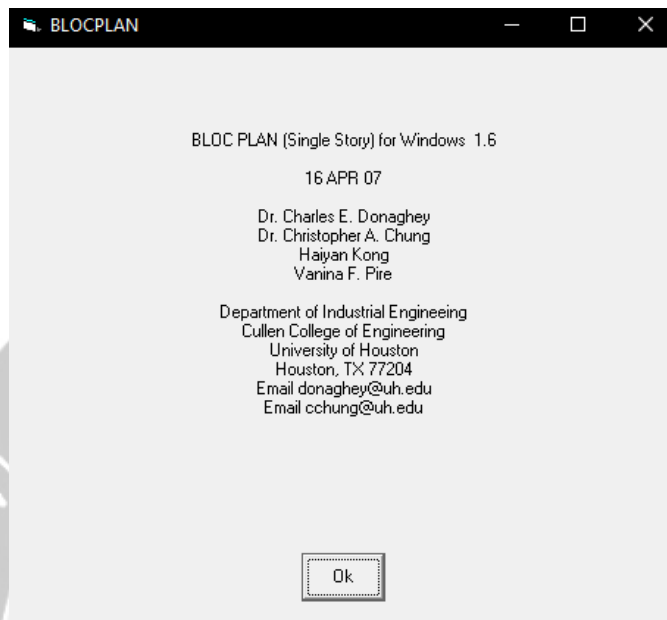
Data yang harus diisi:	
Nama mesin/SK	:
Gender Operator (pria/wanita)*	:
Posisi kerja (duduk/berdiri)*	:
Ketinggian Kerja (cm)**	:
*Pilih salah satu	
**Tinggi yang direkomendasikan saat berdiri untuk pria = 92 cm dan untuk wanita = 85 cm	
Panjang material (cm)	:
Lebar material (cm)	:
Panjang mesin (cm)	:
Lebar mesin (cm)	:
Tinggi mesin (cm)	: 79
Hasil Perhitungan	
Luas mesin (cm ²)	: 0
Tinggi Support (cm)	: 0
Panjang normal SK/NSRS (cm)	: false
Jarak operator ke mesin/NFRS (cm)	: false
Lebar normal SK (cm)	: #VALUE!
Radius maksimum / R	: false
Panjang awal / P ₀ (cm)	: 0
Lebar awal / L ₀ (cm)	: 0
Panjang alternatif / P _F (cm)	: #VALUE!
Lebar alternatif / L _F (cm)	: #VALUE!
Panjang maksimum SK / P (cm)	: #VALUE!
Lebar maksimum SK / L (cm)	: #VALUE!

Area kerja normal / NWA (cm ²)	:	#VALUE!
Area kerja maksimum alternatif / A _{AF} (cm ²)	:	#VALUE!
Area kerja maksimum / MWA	:	#VALUE!

Gambar 2.8. *Workreamath*

2.2.15. BLOCPLAN

BLOCPLAN merupakan sebuah program yang digunakan untuk membantu perancangan dan perbaikan tata letak. Tampilan utama BLOCPLAN dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Halaman Utama BLOCPLAN

Data yang dibutuhkan dalam program ini adalah nama departemen, luas tiap departemen, dan keterkaitan antar departemen. Program ini menghasilkan beberapa alternatif tata letak, kemudian dipilih berdasarkan skor tertinggi.

2.2.16. CRAFT

Perangkat lunak CRAFT yang digunakan dalam perancangan tata letak ini adalah WinQSB 2.0 dengan program *Facilities and Layout Planning*. Tampilan utama yang muncul ketika menjalankan CRAFT dapat dilihat pada Gambar 2.10.

CRAFT dapat digunakan langsung ataupun menjadi perangkat lunak pendukung dari BLOCPLAN. Program ini juga digunakan untuk menemukan alternatif tata letak terbaik. Masukan data yang digunakan dalam program ini adalah From-To Chart, selain itu juga bisa menggunakan hasil dari BLOCPLAN yang digunakan sebagai *initial layout*.

2.2.17. Jarak Antar Stasiun Kerja

Terdapat beberapa teknik untuk menentukan jarak antar stasiun kerja menurut Heragu (2016), yaitu *euclidean*, *squared euclidean*, *rectilinear*, dan *aisle distance*.

a. *Euclidean*

Teknik ini dilakukan dengan menarik garis lurus jarak dari titik antar departemen. Meskipun tidak realistis untuk diaplikasikan pada semua kasus, namun teknik ini sering digunakan karena bermanfaat dan mudah untuk dipahami. Persamaan yang digunakan untuk teknik ini dapat dilihat pada Rumus 2.3.

$$d_{ij} = ((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2)^{0.5} \quad (2.3)$$

Dimana: x_i = koordinat x pada pusat stasiun kerja i
 y_i = koordinat y pada pusat stasiun kerja j
 d_{ij} = jarak antara stasiun kerja i dengan j

b. *Squared Euclidean*

Teknik ini dilakukan dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua stasiun kerja yang berdekatan. Persamaan untuk teknik ini dapat dilihat pada Rumus 2.4.

$$d_{ij} = ((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2) \quad (2.4)$$

c. *Rectilinear*

Teknik ini juga disebut dengan teknik *Manhattan* atau *rectangular metric*. Teknik ini biasa digunakan karena mudah dihitung, mudah dipahami, dan dapat diterapkan di berbagai kasus. Teknik ini dilakukan dengan menghitung jarak antar stasiun kerja secara tegak lurus. Persamaan untuk teknik ini dapat dilihat pada Rumus 2.5.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (2.5)$$

d. *Aisle Distance*

Teknik ini dilakukan dengan menghitung jarak perpindahan aktual yang ditempuh oleh alat penanganan material pada gang yang ada. Oleh karena jalur penanganan material tidak dapat diketahui melalui rancangan awal, maka teknik ini biasanya digunakan hanya untuk tahap perencanaan atau evaluasi.