

Bab 2

Landasan Teori

2.1 Manufaktur

Manufaktur merujuk pada istilah yang berasal dari bahasa Latin, yakni "manus factus" yang mengartikan proses pembuatan secara manual. Kata "manufacture" pertama kali muncul pada tahun 1576, dan "manufacturing" keluar pada tahun 1683. Dalam makna yang paling umum, istilah "manufaktur" mengacu pada proses transformasi bahan mentah menjadi produk akhir. Proses ini mencakup langkah-langkah seperti:

- a) Rancangan produk.
- b) Pemilihan bahan
- c) Langkah-langkah proses ketika produk tersebut dibuat.

Dalam lingkungan yang lebih kontemporer, manufaktur merujuk pada proses pembuatan produk dari bahan mentah melalui rangkaian proses, mesin, dan operasi yang terencana secara terstruktur untuk setiap tahapan yang diperlukan. Sesuai dengan definisi manufaktur, teknologi manufaktur mempelajari perancangan produk yang dihasilkan, perencanaan proses produksinya, dan pengelolaan keseluruhan sistem produksi [7].

2.2. Luas Lantai

Luas lantai produksi mengacu pada besar atau kecilnya ruang produksi di suatu pabrik atau pabrik. Merupakan ukuran fisik yang menggambarkan area dimana produksi atau proses produksi sebenarnya berlangsung. Luas lantai merupakan hal yang penting dalam perencanaan dan pengelolaan area produksi, karena dapat mempengaruhi efisiensi operasi, alur kerja dan penggunaan sumber daya.

Ukuran area produksi dapat fluktuatif bergantung pada jenis industri, produk yang dihasilkan, serta metode manufaktur yang diterapkan. Berikut adalah beberapa langkah umum untuk menentukan atau memproyeksikan dimensi area produksi:

- a) Penentuan Ruang yang Diperlukan: Langkah awalnya adalah mengidentifikasi serta mencatat semua bagian atau zona yang diperlukan untuk berbagai fase dalam proses produksi, seperti zona penerimaan bahan mentah, zona inti produksi, zona perakitan, zona penyimpanan produk jadi, dan lainnya..
- b) Pengukuran Dimensi: Pada setiap zona yang telah diidentifikasi, lakukan pengukuran akurat terhadap panjang dan lebar area. Ini bisa dikerjakan menggunakan peralatan pengukuran seperti penggaris atau perangkat lunak pemodelan.
- c) Perhitungan Area Tiap Zona: Terapkan rumus luas sesuai dengan bentuk geometri dari masing-masing zona. Sebagai contoh, bila area produksi berbentuk persegi panjang, hitunglah luas dengan mengalikan nilai panjang dan lebar. Bila bentuknya lebih kompleks, seperti L atau tak beraturan, Anda mungkin perlu membagi area tersebut menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana dan menghitung luas masing-masing bagian.
- d) Kumulasi Seluruh Luas: Jumlahkan semua luas dari zona-zona yang dihitung untuk mendapatkan total luas keseluruhan rantai produksi.

Perlu diingat bahwa dalam situasi tertentu, perhitungan luas rantai produksi perlu mencakup area tambahan untuk koridor, lorong, zona keamanan, serta perlengkapan produksi. Di samping itu, dalam perencanaan praktis, ada kemungkinan perlu menyediakan ruang untuk perkembangan di masa mendatang atau adanya perubahan dalam proses produksi.

Keakuratan dalam melakukan pengukuran dan perhitungan luas rantai produksi sangat penting, karena data ini akan berdampak pada berbagai aspek operasional dan pengelolaan fasilitas manufaktur [6].

2.3. Perancangan Tata Letak Fasilitas

Perancangan fasilitas melibatkan aktivitas mengevaluasi, menganalisis, merumuskan konsep, dan mewujudkan suatu sistem untuk produksi barang dan layanan. Biasanya dipresentasikan sebagai rencana tata letak, yang merupakan pengaturan fasilitas fisik (peralatan, tanah, struktur bangunan, serta fasilitas lainnya) dengan tujuan memaksimalkan keterkaitan antara personel pelaksana, alur material, arus informasi, dan prosedur yang diperlukan guna mencapai sasaran bisnis secara efisien, ekonomis, dan aman [8].

Penjelasan tentang tata letak fasilitas dapat dipahami sebagai strategi pengorganisasian fisik pabrik yang bertujuan untuk memfasilitasi kelancaran jalannya proses produksi [9]. Perencanaan tata letak melibatkan desain dan pengaturan aspek fisik seperti mesin, peralatan, area, struktur bangunan, serta ruangan dengan maksud mengoptimalkan interaksi antara tenaga kerja, aliran material, aliran informasi, dan metode yang diperlukan untuk mencapai tujuan perusahaan secara efisien, ekonomis, dan aman. Perancangan tata letak pabrik merupakan aktivitas yang erat kaitannya dengan sektor manufaktur, dan hasilnya dikenal sebagai tata letak pabrik. Penilaian ulang tata letak penting bagi pabrik atau perusahaan guna memastikan efektivitas dan efisiensi dari susunan fisik yang ada [10]. Tata letak fasilitas melibatkan penataan fisik tenaga manusia dan mesin di dalam suatu wilayah atau ruang kerja yang saling terhubung guna mencapai sasaran perusahaan [11].

Tata letak adalah strategi penempatan fasilitas produksi yang bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi dan efektivitas proses produksi melalui pengambilan keputusan penting yang akan berpengaruh pada efisiensi operasi jangka panjang. Tata letak juga menggambarkan pengaturan fisik dari stasiun kerja beserta peralatan dan sarana yang terkait dengan proses produksi [12].

Tata letak memiliki beragam keuntungan, termasuk menetapkan dimensi pengaturan mesin atau fasilitas bantu produksi, memastikan kelancaran pergerakan

material, baik yang bersifat sementara maupun permanen, mengelola penyimpanan material, dan mengatur lokasi tenaga kerja serta elemen lainnya di dalam pabrik. Secara umum, tata letak pabrik melibatkan pengaturan mesin dan departemen yang beroperasi di dalamnya. Istilah "*layout*" bisa mengacu pada restrukturisasi peralatan atau fasilitas produksi yang telah ada, atau bisa juga merujuk pada perencanaan komprehensif tata letak baru. Selain mengurangi biaya perpindahan antar departemen, terdapat beberapa faktor lain yang diperhitungkan dalam merancang tata letak, seperti:

- a) Mengurangi hambatan dalam mengalirkan barang dan personel secara lancar.
- b) Maksimalkan penggunaan ruang yang ada secara efisien.
- c) Membantu dalam komunikasi dan pengawasan yang lebih efisien.
- d) Ciptakan lingkungan aman dan nyaman bagi semua individu yang terlibat [13].

Perancangan tata letak fasilitas melibatkan rencana strategis untuk menempatkan berbagai komponen di dalam suatu area dengan tujuan mencapai efisiensi operasional. Aspek-aspek yang perlu diperhitungkan dalam merencanakan layout fasilitas melibatkan:

- a) Aliran Kerja.

Tata letak perlu mengoptimalkan jalur kerja yang efisien, mengurangi jarak tempuh, dan menghindari tumpang tindih dalam kegiatan operasional.

- b) Ergonomi.

Tata letak harus diproyeksikan dengan memperhitungkan kenyamanan serta keselamatan para pekerja. Penempatan peralatan dan zona kerja perlu disesuaikan dengan postur tubuh manusia untuk mencegah cedera dan kelelahan.

- c) Kapasitas.

Perancangan tata letak harus mampu menampung peralatan dan tim kerja tanpa berlebihan atau kekurangan ruang.

d) Ketersediaan Material.

Posisi penyimpanan bahan baku dan produk jadi harus mudah dijangkau agar proses produksi tetap lancar.

e) Fleksibilitas.

Tata letak yang didesain dengan baik harus bisa beradaptasi dengan perubahan permintaan pasar atau teknologi tanpa mengganggu produktivitas.

f) Keamanan.

Aspek keamanan harus diinkorporasikan dalam perencanaan tata letak untuk mencegah kecelakaan atau situasi berbahaya.

g) Lingkungan.

Tata letak juga perlu mempertimbangkan dampak lingkungan, termasuk efisiensi energi dan pengelolaan limbah. [14].

Tujuan dari strategi tata letak adalah menciptakan pengaturan fisik yang ekonomis dan sesuai dengan persyaratan persaingan perusahaan. Pengaturan tata letak yang efisien memiliki kemampuan untuk mendukung strategi organisasi yang berfokus pada karakteristik unik produk, pengendalian biaya, atau respon cepat. Menurut pandangan yang dikemukakan oleh Fred E. Mayer dalam bukunya "*Plant Layout and Material Handling*", tata letak pabrik merujuk pada pengaturan fisik fasilitas perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan peralatan, material, tenaga kerja, dan sumber daya. Tata letak yang terstruktur dengan baik dapat memberikan keuntungan kompetitif dalam konteks sistem produksi, seperti mengurangi pemindahan barang, menyederhanakan proses manufaktur, mengoptimalkan penggunaan ruang bangunan, serta menyediakan kenyamanan, keamanan, dan kemudahan bagi karyawan. Hal ini juga mengurangi investasi dalam peralatan, mendukung aliran produk setengah jadi yang cepat, meningkatkan produksi, mempercepat proses manufaktur, mengurangi waktu tunggu, mengurangi risiko yang dapat mempengaruhi kualitas bahan baku dan produk jadi, mengurangi biaya penanganan material, dan memfasilitasi komunikasi [8].

2.3.1. Tujuan Tata Letak Fasilitas

Pada dasarnya, tujuan inti tata letak adalah menyajikan elemen gambar dan teks secara komunikatif dalam cara yang memudahkan penerimaan informasi yang disampaikan. Selain itu, perlu juga mempertimbangkan kebutuhan karyawan dalam menjalankan proses produksi. Dalam perincian lebih lanjut, tujuan tata letak fasilitas adalah memaksimalkan pemanfaatan ruangan yang ada, mengurangi biaya penanganan material dan jarak pengangkutan, mencapai stabilitas dalam alur produksi, menyederhanakan langkah-langkah proses produksi, memotivasi semangat dan efisiensi kerja para karyawan, menjamin keselamatan karyawan dan barang yang sedang diproses, serta menghindari pemborosan dalam berbagai bentuk. Optimalisasi pengaturan fasilitas operasi bertujuan untuk mencapai nilai maksimum yang dihasilkan oleh sistem produktif [1].

Tujuan dari merancang tata letak adalah menciptakan area kerja di suatu lembaga atau sektor industri, beserta sarana pendukungnya, yang memiliki efektivitas, efisiensi, dan kesejahteraan ekonomi. Ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja dan produktivitas kerja. Tambahan dari itu, merancang tata letak bertujuan untuk:

- a) Meningkatkan produksi (*output*) dengan menjaga biaya produksi tetap stabil. Dengan meningkatnya produksi, potensi produksi bisa dioptimalkan.
- b) Minimalkan waktu tidak produktif (*delay*) dengan menyinkronkan waktu operasi sesuai dengan beban pada masing-masing stasiun kerja.
- c) Kurangi aktivitas pemindahan material (*material handling*) untuk mengurangi biaya yang tinggi terkait pemindahan material.
- d) Efisiensi luas area produksi dengan penempatan yang lebih optimal untuk mesin, peralatan, dan fasilitas lainnya.
- e) Tingkatkan manfaat dari mesin, pekerja, dan fasilitas lainnya melalui perancangan tata letak yang cermat.
- f) Kurangi persediaan dalam proses dengan mengurangi akumulasi material pada operasi yang memakan waktu lama.

- g) Tingkatkan keamanan kerja dengan menciptakan lingkungan yang positif dan aman bagi para pekerja.
- h) Tingkatkan semangat dan kepuasan kerja melalui penciptaan lingkungan yang menyenangkan.
- i) Fasilitasi aktivitas pengawasan dengan merancang ruang kantor di atas area produksi.
- j) Kurangi kemacetan dan kekacauan dengan perencanaan tata letak yang optimal.
- k) Kurangi faktor-faktor yang dapat membahayakan dan memengaruhi kualitas bahan baku yang belum selesai atau produk jadi, seperti getaran, debu, dan suhu tinggi dari proses produksi [6].

2.3.2. Prinsip-prinsip Dasar di Dalam Perencanaan Tata Letak

Dari pertimbangan dasar dan tujuan yang terwujud dalam perencanaan tata letak pabrik yang efektif, dapat ditarik kesimpulan terkait enam tujuan utama dalam tata letak pabrik, yaitu:

- a) Keseluruhan penggabungan.
- b) Minimisasi perpindahan jarak sebisa mungkin.
- c) Aliran proses kerja yang lancar.
- d) Penggunaan ruangan yang efisien.
- e) Kepuasan dan keamanan dalam pekerjaan.
- f) Kemampuan beradaptasi. [15].

2.3.3. Faktor Pertimbangan Dalam Tata Letak Fasilitas

Rencana tata letak merangkum tata cara menyeluruh bagi fasilitas industri, mencakup penempatan personel, operasi gudang, pergerakan material, serta perangkat pendukung lainnya untuk mencapai tujuan yang optimal melalui pemanfaatan fasilitas yang ada di perusahaan. Dalam menyusun rencana tata letak yang efektif, perlu mempertimbangkan faktor-faktor yang memainkan peran penting, beberapa diantaranya adalah:

- a) Barang yang dihasilkan, termasuk desain dan volume produksi yang ditargetkan. Perusahaan yang didirikan memiliki maksud untuk menghasilkan sejumlah tertentu barang dan menjaga kualitasnya.
- b) Susunan proses, apakah berdasarkan aliran produk atau berdasarkan langkah-langkah proses, hal ini memainkan peran penting dalam mengatur urutan produksi.
- c) Peralatan yang dipakai, mencakup teknologi, jenis, serta kapasitas mesin.
- d) Kebutuhan akan ruang yang memadai. Aspek ini memperhatikan dimensi area pabrik.
- e) Perawatan dan penggantian, ketika mesin perlu pemeliharaan, keputusan harus dibuat apakah perbaikan dilakukan di tempat atau mesin harus dipindahkan ke lokasi lain untuk diperbaiki.
- f) Seimbangnya kapasitas di antara mesin atau departemen, karena hal ini mempengaruhi jumlah produksi yang dapat dihasilkan.
- g) Dengan sedikit pergerakan, biayanya akan lebih rendah.
- h) Aliran material. Aliran ini menggambarkan rute yang diikuti oleh produk saat diproduksi, ini menjadi sangat penting dalam perencanaan tata letak ruang atau area kerja.
- i) Area kerja harus cukup luas, agar tetap menjaga keselamatan, kesehatan, serta kelancaran produksi [16]

2.4.3. Langkah-langkah Perencanaan Tata Letak

Hubungan antara penataan pabrik sangat terkait dengan keseluruhan proses perencanaan serta pengaturan susunan fisik mesin, peralatan, dan tenaga kerja pada setiap stasiun kerja yang tersedia. Tata letak yang paling sesuai untuk semua fasilitas produksi dalam suatu pabrik membentuk dasar untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari operasi kerja.

Berikut ini merupakan langkah-langkah umum yang sering diambil dalam proses pengorganisasian tata letak pabrik, baik itu dalam merancang susunan fasilitas

produksi untuk pabrik yang baru maupun dalam melakukan penata ulang (*relayout*) pada pabrik yang sudah ada. Secara ringkas, prosedur perencanaan tata letak pabrik ini dapat diuraikan sebagai berikut:

a) Evaluasi Produk

Langkah ini melibatkan penilaian terhadap jenis dan jumlah produk yang akan diproduksi. Evaluasi ini berdasarkan pertimbangan teknis dan ekonomis. Hasil dari analisis produk ini akan mempengaruhi keputusan apakah komponen tertentu harus diproduksi internal (sesuai kapabilitas dan potensi) ataukah lebih baik dibeli dari pasar atau dikerjakan oleh pabrik lain.

b) Analisis Proses

Langkah ini menggambarkan jenis dan urutan proses yang diperlukan untuk memproduksi produk/komponen yang telah ditetapkan.

c) Rute Produksi (*Production Routing*)

Dalam analisis proses, langkah-langkah yang diperlukan dalam setiap operasi manufaktur untuk mengubah bahan mentah menjadi produk akhir ditentukan. Langkah-langkah operasional ini umumnya terdokumentasi dalam proses routing yang digarap oleh Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Proses routing ini menggambarkan secara ringkas langkah-langkah operasional yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk akhir yang diinginkan.

d) Diagram Proses (*Process Chart*)

Untuk menguraikan langkah-langkah produksi dari analisis awal hingga tahap akhir operasi, digunakan diagram proses. Diagram proses adalah alat penting dalam studi operasi manufaktur di sistem produksi. Umumnya, peta proses berbentuk diagram blok yang digunakan pada tahap awal analisis proses.

e) Diagram Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Diagram proses operasi (OPC) menggambarkan langkah-langkah kronologis dari semua operasi, inspeksi, jeda waktu, dan penggunaan bahan baku dalam proses manufaktur. Ini melibatkan langkah-langkah dari semua komponen dan sub-assembly hingga mencapai perakitan utama.

f) Pengembangan Alternatif Tata Letak

Merupakan inti dari masalah yang dihadapi. Setelah mesin-mesin atau fasilitas produksi dipilih berdasarkan jenis dan jumlah yang diperlukan, langkah berikutnya adalah menentukan tata letak yang optimal dalam pabrik. Pengembangan alternatif tata letak akan mempertimbangkan faktor-faktor seperti:

1. Evaluasi ekonomi berdasarkan jenis tata letak yang dipilih.
2. Penyusunan rencana perpindahan material yang harus bergerak antara proses kerja.
3. Berbagai pertimbangan terkait dengan luas area yang tersedia, lokasi kolom bangunan, struktur organisasi, dan lainnya [17].

2.4. Tipe-Tipe *Layout*

Beberapa tata letak dari sebuah perusahaan, pabrik, atau departemen memiliki tata letak yang berdasarkan tipe yang sesuai dengan kebutuhan. Setiap tipe memiliki perbedaan dan dapat meningkatkan keberhasilan akan strategi manufaktur yang telah diterapkan. Berikut ini adalah tipe-tipe *layout*:

a) *Product layout*

Tipe ini cocok untuk digunakan dalam pabrik yang menghasilkan satu jenis atau bagian produk yang memiliki jumlah besar dengan proses produksi yang memakan waktu banyak. Tata letak ini didasarkan pada aliran produksi, di mana mesin dan fasilitas produksi dirancang sesuai dengan aliran produksi yang ada. Dengan begitu, maka setiap produk dapat dikerjakan hingga selesai tanpa perlu memindahkannya ke departemen lain.

b) *Process layout*

Process layout adalah jenis tata letak di mana fasilitas-fasilitas ditempatkan dalam satu departemen. Secara umum, tipe ini tepat jika digunakan opada perusahaan yang memproduksi produk dengan variasi yang beragam dan memproduksi dalam skala kecil.

c) *Cellular layout*

Tipe ini menggabungkan elemen dari *product layout* dan *process layout* penempatannya dikelompokkan ke dalam unit-unit yang bernama sel yang memungkinkan aliran produk menjadi lebih efisien. Setiap sel berisi mesin dan peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produksi.

d) *Fixed position layout*

Layout ini digunakan untuk produksi yang melibatkan perakitan besar. Pada tipe ini, produk berada pada satu posisi sedangkan mesin dan peralatan dipindahkan ke lokasi produk tersebut.

Berdasarkan penjelasan diatas tentunya setiap perusahaan memiliki *layout* yang berbeda-beda, sesuai dengan tujuan dan strategi perusahaan itu sendiri. Setiap *layout* memiliki perbedaan tersendiri dan dapat menjalankan proses produksi yang berbeda sesuai dengan tipe masing-masing [5].

2.5. Activity Relation Chart (ARC)

Menurut Apple (1990), Diagram *Activity Relationship Chart* (ARC) ini direpresentasikan kedalam bentuk diagram yang menggambarkan hubungan antar kegiatan. Setiap kegiatan direpresentasikan menjadi model aktifitas tunggal tanpa mempertimbangkan aspek ruang pada tahap perencanaan ini. Pembentukan ARC ini didasarkan pada analisis ARC yang sudah ditentukan sebelumnya. [10].

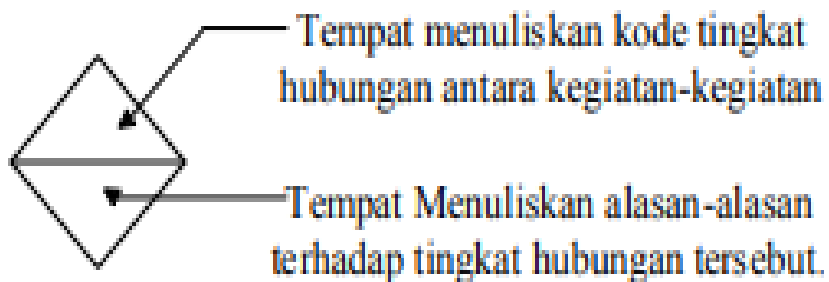
Activity Relationship Chart merupakan metode atau teknik yang sangat sederhana dalam perencanaan tata letak fasilitas atau departemen. Metode ini berdasarkan pada tingkat keterkaitan aktivitas yang memiliki sifat kualitatif, serta lebih condong pada evaluasi yang bersifat subjektif dari setiap fasilitas atau departemen [18]

Activity Relationship Chart memiliki pengaruh yang penting dalam perencanaan serta analisis hubungan aktivitas di antara departemen yang terlibat. Terdapat

beberapa manfaat yang diperoleh dari pemanfaatan *activity relationship chart*, di antaranya:

- a) **Mengenal Relasi Aktivitas:** *Activity Relationship Chart* membantu mengenali ketergantungan antar aktivitas dan memperlihatkan bagaimana urutan atau perubahan dalam satu aktivitas bisa mempengaruhi aktivitas lain.
- b) **Mendesain Alur Kerja yang Optimal:** Dengan memahami hubungan antara aktivitas, *Activity Relationship Chart* dapat membantu merancang alur kerja yang lebih efisien dan efektif.
- c) **Mengurangi Waktu dan Biaya:** Dengan menghindari tumpang tindih dan gangguan antar aktivitas, penggunaan *Activity Relationship Chart* dapat meminimalkan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek atau tugas.
- d) **Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik:** *Activity Relationship Chart* memberikan gambaran visual tentang koneksi antara aktivitas, membantu tim dalam mengambil keputusan yang lebih baik serta mengidentifikasi aspek yang perlu perhatian lebih.
- e) **Menetapkan Prioritas:** Dengan melihat kaitan antar aktivitas, tim dapat mengatur prioritas lebih baik, memusatkan perhatian pada aktivitas kunci, dan mengurangi risiko dalam proyek.

Analisis pada diagram hubungan aktivitas akan memvisualisasikan tingkat hubungan yang dapat dilihat pada ilustrasi di Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tingkat hubungan dan alasan

Tingkat keterkaitan didokumentasikan dengan lambang dan justifikasi yang tercantum dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tingkat Hubungan dan Alasan

Kode	Kepentingan	Kode	Alasan
A	Mutlak Penting	1	Urutan aliran produksi
E	Penting Tertentu	2	Menggunakan personil yang sama
I	Penting	3	Menggunakan catatan yang sama
O	Biasa	4	Menggunakan peralatan yang sama
U	Tidak Penting	5	Derajat hubungan kertas kerja
X	Tidak Diinginkan	6	Suara bising dan getaran

Robert Muther adalah tokoh di balik pengembangan Activity Relationship Chart (ARC). Ini diciptakan untuk mencitrakan tingkat keterkaitan antara seluruh aktivitas atau bagian. Cara pembuatan grafik ini melibatkan langkah-langkah berikut:

- a) Mengenali semua kegiatan yang ada.
- b) Menyusun daftar semua kegiatan pada suatu chart dengan meletakkan bagian produksi sebagai titik puncak grafik tersebut. [12].

Pada prinsipnya, diagram ini mengilustrasikan koneksi antara alur material dan letak antara stasiun kerja pendukung dan stasiun kerja produksi. *Activity Relationship Chart* (ARC) memiliki kesamaan dengan *From To Chart*, walaupun analisisnya lebih bersifat kualitatif. Dalam *From To Chart*, analisis dilakukan berdasarkan nilai berat atau volume serta jarak antar departemen dalam pemindahan material. Di sisi lain, ARC menggantikan kedua faktor ini dengan kode huruf yang mencerminkan tingkat kualitatif hubungan aktivitas dan kode numerik untuk menjelaskan alasan di balik pemilihan kode huruf tersebut [6].

2.6. Blocplan

Blocplan merupakan *software* desain tata letak yang diciptakan oleh Donaghey dan Pire di departemen Teknik Industri, Universitas Houston. Perangkat lunak ini bertujuan menjadi alat untuk menciptakan serta mengevaluasi berbagai jenis tata letak berdasarkan masukan. Blocplan memiliki kemiripan dengan metode Craft. Akan tetapi, perbedaannya terletak pada kemampuan Blocplan untuk menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC) sebagai data masukan, Sementara itu, metode Craft hanya mengandalkan peta dari-ke (*from-to chart*) sebagai landasan analisisnya.

Blocplan merupakan algoritma heuristik yang memanfaatkan data baik dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif. Dalam pembentukan tata letak, Blocplan menggunakan peta hubungan aktivitas atau ARC (*Activity Relationship Chart*). Langkah perancangan tata letak ini menghasilkan beberapa alternatif tata letak departemen, yang masing-masing memiliki skor layout. Dari alternatif tersebut, dipilih desain tata letak fasilitas yang memiliki total nilai rect linear yang paling optimal [19].

Dalam konteks Blocplan, biaya tata letak dapat dinilai berdasarkan jumlah total jarak atau keakraban antara elemen-elemen. Umumnya, jumlah baris dalam Blocplan ditetapkan oleh perangkat lunak dan seringkali terdiri dari dua atau tiga baris. Meskipun demikian, Blocplan juga memiliki kelemahan yaitu kurang presisi dalam menetapkan tata letak awal. Pengembangan layout hanya mungkin dilakukan melalui perubahan atau pertukaran posisi antara stasiun kerja satu dengan stasiun kerja lainnya.

Perencanaan tata letak menggunakan metode Blocplan yang menggunakan ukuran tertentu mampu menggambarkan struktur bangunan dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang yang ada. Data yang diperlukan dalam merancang tata letak termasuk informasi fasilitas seperti jumlah unit, luas lantai, perhitungan alokasi yang diperlukan, dan derajat hubungan antar kegiatan melalui peta keterkaitan.

Blocplan beroperasi dengan metode *Hybrid Algorithm*, di mana pembangunan dan modifikasi tata letak dilakukan dengan tujuan mencari jarak tempuh minimal melalui pertukaran posisi antara stasiun kerja atau fasilitas. Hasil desain terbaik ditentukan berdasarkan serangkaian iterasi yang dijalankan melalui algoritma Blocplan yang menghasilkan nilai R - score ($0 < R - score < 1$) [15].

LAYOUT	ADJ. SCORE	REL-DIST SCORES	PROD MOVEMENT
1	0.62 - 1	0.65 -11 3091 -14	0 - 1
2	0.57 -10	0.60 -16 3102 -15	0 - 1
3	0.53 -16	0.62 -15 3128 -16	0 - 1
4	0.51 -18	0.62 -14 3057 -13	0 - 1
5	0.57 -11	0.72 - 4 2619 - 2	0 - 1
6	0.59 - 5	0.64 -13 2968 - 9	0 - 1
7	0.56 -13	0.59 -17 3053 -12	0 - 1
8	0.49 -20	0.50 -20 3523 -20	0 - 1
9	0.60 - 3	0.70 - 7 2937 - 7	0 - 1
10	0.60 - 2	0.71 - 5 2815 - 6	0 - 1
11	0.58 - 7	0.69 - 8 2763 - 5	0 - 1
12	0.59 - 5	0.72 - 3 2742 - 3	0 - 1
13	0.56 -13	0.57 -18 2998 -11	0 - 1
14	0.53 -16	0.73 - 2 2993 -10	0 - 1
15	0.56 -12	0.65 -12 2748 - 4	0 - 1
16	0.56 -13	0.67 - 9 3203 -17	0 - 1
17	0.58 - 7	0.70 - 6 2962 - 8	0 - 1
18	0.50 -19	0.52 -19 3399 -19	0 - 1
19	0.58 - 7	0.65 -10 3317 -18	0 - 1
20	0.60 - 3	0.77 - 1 2556 - 1	0 - 1

DO YOU WANT TO DELETE SAVED LAYOUT (Y/N) ? _

TIME PER LAYOUT 2.77

Gambar 2. 2 Contoh Hasil Nilai R-Score

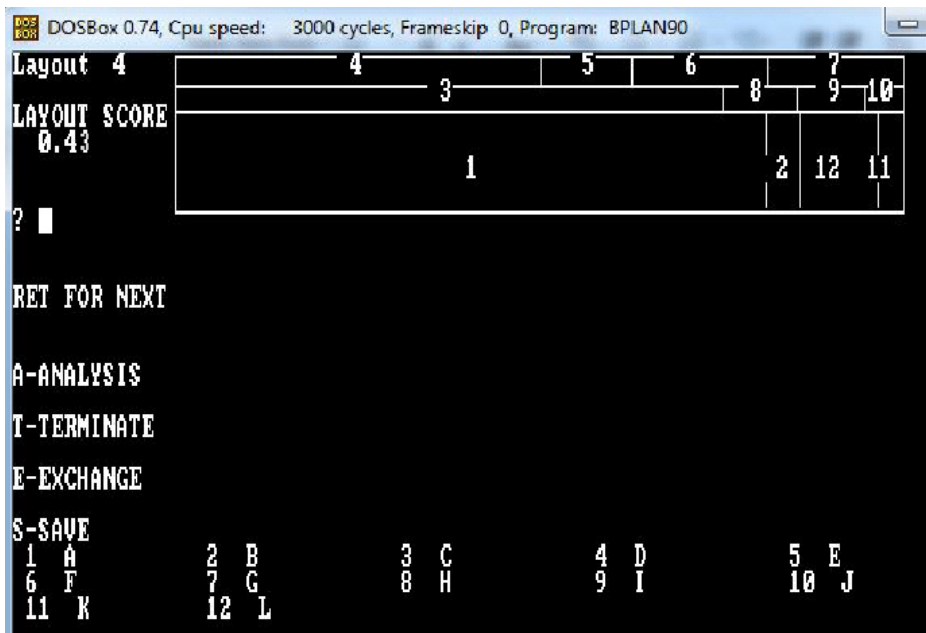
Blocplan merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mendukung proses perencanaan tata letak fasilitas dengan memasukkan informasi mengenai luas keseluruhan untuk setiap fasilitas dan tingkat keterkaitan antar fasilitas. Dalam kerangka Blocplan, derajat keterkaitan diubah menjadi angka numerik yang dapat digunakan dalam langkah perancangan. Blocplan juga memungkinkan untuk mengatur kembali nilai-nilai tingkat keterkaitan. Alat ini melakukan perhitungan total skor untuk setiap fasilitas [20].

Blocplan sering kali menggunakan input data lain seperti from-to chart, namun biasanya hanya salah satu dari input tersebut yang dipakai saat melakukan perubahan *layout*. Kombinasi kedua data, ARC dan data alir produksi, tidak dipakai dalam evaluasi *layout*.

Prosedur perancangan *layout* dengan perangkat lunak Blocplan diawali dengan menjalankan perangkat lunak Blocplan dan *input* data yang diperlukan. Data yang diperlukan mencakup jumlah departemen, nama-nama departemen, dan luas area tiap departemen. Informasi penting lainnya adalah data ARC yang direpresentasikan melalui kode atau simbol-simbol. User Blocplan dapat menyesuaikan nilai dari setiap kode keterkaitan sesuai dengan tingkat signifikansinya.

Berdasarkan data keterkaitan dan nilai-nilainya, skor untuk setiap departemen akan dianalisis dan ditampilkan. Skor departemen merupakan total dari nilai-nilai simbol keterkaitan yang terkait dengan departemen tersebut. Selanjutnya, Blocplan akan menampilkan lima opsi rasio panjang dan lebar dari bentuk *layout* yang diinginkan. Program akan merancang berbagai alternatif *layout* berdasarkan pilihan pengguna, dengan maksimal alternatif sebanyak 20 alternatif. Departemen-departemen diletakkan pada area *layout* secara *random* pada masing-masing alternatif. Setiap alternatif *layout* akan mendapatkan skala tertentu dan skor yang didapat akan ditampilkan.

Untuk mendapatkan alternatif *layout* terbaik, pengguna dapat memilih satu per satu alternatif yang disajikan mulai dari alternatif 1 hingga alternatif 20. Blocplan dapat menampilkan masing-masing alternatif *layout* beserta skor yang didapat. Skor yang paling tinggi diantara alternatif tersebut dapat diusulkan sebagai alternatif tata letak terbaik. [21].



Gambar 2. 3 Contoh *Layout* dari Blochplan

2.7. Simulasi

Pada prinsipnya, kesalahan yang muncul dalam sistem atau model memiliki potensi untuk diperbaiki. Simulasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menciptakan model dari berbagai alternatif solusi kebijakan, dan hasilnya dapat dihasilkan dengan cepat dan akurat. Dalam buku "Simulation Using Promodel", keunggulan simulasi terletak pada kapasitasnya untuk menyajikan pendekatan analisis yang tidak hanya formal dan bersifat prediktif, melainkan juga memiliki kemampuan akurat dalam meramalkan kinerja sistem yang bahkan bersifat kompleks.

Keuntungan dari simulasi ini membawa nilai penting dalam proses pengambilan keputusan dengan mengurangi risiko, karena hasil dari berbagai alternatif atau solusi dapat diprediksi secara akurat dalam waktu yang relatif singkat. Penggunaan model simulasi dalam konteks sistem nyata mungkin menimbulkan permasalahan yang tak terduga dalam fase perencanaan, tetapi kendala-kendala ini bisa diidentifikasi segera dan diberikan solusi secara tepat. Jika kita berupaya memperbaiki sistem nyata, umumnya dibutuhkan jangka waktu yang lama, namun

melalui pendekatan simulasi hanya dibutuhkan beberapa jam atau menit saja. Dalam hal biaya, pendekatan simulasi lebih cost-effective karena biaya yang dibutuhkan untuk eksperimen nyata atau percobaan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan eksperimen simulasi model. Penggunaan simulasi selalu memperhatikan keseimbangan antara biaya dan manfaatnya. Pada dasarnya, biaya yang signifikan yang seringkali timbul akibat kesalahan di lapangan bisa diantisipasi dengan menggunakan model simulasi.

Simulasi juga dapat dimanfaatkan untuk mencari nilai optimal dari suatu aktivitas dengan menggunakan metode TOS (Theory of Constraints) guna mengoptimalkan hasil sistem melalui pengaturan aliran pasien dalam berbagai jenis layanan yang diberikan. Pendekatan Multi-dimensi juga dapat diterapkan dengan mengklasifikasikan berbagai literatur penelitian tentang simulasi dan pemodelan dalam konteks perawatan kesehatan. Pendekatan ini membawa pemahaman baru terhadap tingkat aktivitas dalam berbagai area aplikasi, menyoroti keterhubungan penting dan mengindikasikan bidang utama yang mungkin kurang terfokus atau diabaikan dalam literatur tersebut [22]. Simulasi digunakan di jurusan teknik industri untuk mendukung banyak perkuliahan teori. Mohsen Jahangirian dkk. mengategorikan 24 jenis aplikasi simulasi yang digunakan di bidang manufaktur dan bisnis, meliputi jalur perakitan, strategi dan pengambilan keputusan, tata letak fasilitas, manajemen mutu, manajemen keuangan dan banyak lagi [23].

Dalam situasi yang berbeda, simulasi memiliki peran dalam alokasi sumber daya yang terbatas untuk meningkatkan aliran material dan mengurangi biaya pemindahan material melalui penerapan simulasi diskrit. Di skenario lain, pendekatan simulasi didukung oleh penggunaan kuesioner untuk mengumpulkan data dari responden sesuai dengan kebutuhan. Data ini menunjukkan bahwa secara umum ada pemahaman bahwa setiap model simulasi memiliki perbedaan dan kompleksitas yang dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama bergantung pada jenis simulasi yang digunakan. Selain itu, dalam konteks lain, simulasi dapat diterapkan dengan pendekatan berbasis data pada model. Disarankan juga suatu

metode integrasi model simulasi diskrit yang mempertimbangkan detail aliran proses yang diilustrasikan melalui diagram aktivitas yang dihasilkan dari hasil simulasi [22].

2.7.1 Prosedur Simulasi

Biasanya, proses simulasi dimulai dengan pengenalan bahwa simulasi memiliki potensi dalam menyelesaikan tantangan yang berkaitan dengan sistem baru atau modifikasi dari sistem yang sudah ada. Sebelum membuat simulasi, tahap awal melibatkan riset untuk memahami masalah yang akan dimodelkan. Di bawah ini adalah langkah-langkah dalam melaksanakan simulasi:

- a) Langkah perencanaan dalam proses simulasi sering mengalami kendala karena adanya kesalahan dalam perencanaan itu sendiri. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kesalahan meliputi kesalahan dalam menentukan objek yang akan disimulasikan, estimasi yang kurang realistis, dan kurangnya pemahaman. Agar simulasi dapat berjalan dengan efektif, diperlukan tahap-tahap seperti mengidentifikasi tujuan simulasi, menetapkan cakupan simulasi, dan merinci persyaratan seperti sumber daya, waktu, dan anggaran yang diperlukan.
- b) Langkah berikutnya adalah mendefinisikan sistem, di mana faktor-faktor yang berpengaruh pada sistem layanan kesehatan diidentifikasi, dikumpulkan, dan dianalisis. Pada tahap ini, data yang mendefinisikan sistem yang akan dimodelkan dikumpulkan, yang kemudian menghasilkan model konseptual dan dokumen data.
- c) Langkah selanjutnya adalah proses pembuatan model, di mana model awal dapat digunakan sebagai pedoman untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan. Membuat model sebelum semua data terkumpul dapat membantu dalam mengidentifikasi informasi yang diperlukan untuk melanjutkan. Tujuan dari pembuatan model adalah untuk memberikan representasi yang lebih terperinci tentang sistem yang telah didefinisikan.
- d) Langkah validasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model yang telah dibangun mampu dengan akurat merepresentasikan sistem yang sedang diteliti.

Penting bahwa data yang dimasukkan ke dalam model sesuai dengan kondisi nyata sistem yang ada.

- e) Langkah ini melibatkan pelaksanaan eksperimen simulasi dengan menggunakan model yang telah dibuat sebelumnya. Simulasi pada dasarnya adalah penerapan dari model ilmiah. Pada tahap awal, perlu memahami desain aliran atau sistem yang akan dijelaskan. Hipotesis dibuat berdasarkan teori, dan hasil yang diharapkan diperoleh melalui proses simulasi.

Tahap akhir dalam proses simulasi adalah penyajian hasil. Menyajikan hasil analisis model perlu dilakukan dengan cermat. Proses analisis melibatkan penyimpulan tentang sistem berdasarkan hasil simulasi. Rekomendasi untuk perbaikan dalam sistem nyata dapat dihasilkan berdasarkan hasil dari model simulasi setelah analisis dilakukan.

2.7.2 ProModel

Promodel merupakan software simulasi yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis berbagai situasi. Dengan menggunakan Promodel, pengguna dapat mengombinasikan penggunaan, fleksibilitas, dan kemampuan pemodelan sistem nyata untuk menciptakan simulasi yang lebih mendekati realitas. Selama simulasi berlangsung, Promodel akan menggambarkan pergerakan aktivitas yang terjadi, dan hasil dari simulasi dapat dianalisis dalam bentuk tabel atau grafik guna mempermudah evaluasi.

Untuk konstruksi model sistem yang diinginkan, Promodel menyajikan sejumlah komponen yang sesuai untuk merancang model sistem produksi. Beberapa komponen inti yang dapat dimanfaatkan termasuk tempat, entitas, proses, arus kedatangan, sumber daya, jalur jaringan, serta pelaksanaan simulasi. Dengan memanfaatkan unsur-unsur ini, pengguna dapat merencanakan dan menganalisis beragam skenario sistem dengan lebih tepat dan efisien [24].

Promodel merupakan sebuah perangkat lunak simulasi yang dimanfaatkan untuk membentuk, mengevaluasi, dan merencanakan berbagai proses bisnis atau sistem

yang kompleks. Dalam lingkungan Promodel atau software simulasi serupa, metrik performansi mengacu pada indikator yang digunakan untuk menilai kinerja sistem yang di-modelkan. Indikator kinerja ini berperan dalam mendeteksi permasalahan, meningkatkan efisiensi proses, serta membantu pengambilan keputusan yang lebih efektif.

Berikut beberapa contoh metrik performansi yang mungkin digunakan dalam Promodel atau perangkat lunak simulasi serupa:

- a) Rata-rata Waktu di Dalam Sistem: Mengukur periode waktu di mana entitas seperti produk atau pelanggan berada dalam sistem sebelum selesai atau keluar dari sistem.
- b) Rata-rata Waktu Tunggu: Mengukur waktu yang diperlukan oleh entitas untuk menunggu sebelum dimulai proses di dalam sistem.
- c) Pemanfaatan Sumber Daya: Mengukur sejauh mana sumber daya seperti mesin atau tenaga kerja dimanfaatkan dalam jangka waktu tertentu.
- d) Kecepatan Produksi: Mengukur seberapa cepat entitas dihasilkan atau diproses dalam sistem.
- e) Kemampuan Sistem: Mengukur kapasitas sistem dalam menampung atau memproses entitas dalam jangka waktu tertentu.
- f) Jumlah Antrean: Mengukur berapa banyak entitas yang menunggu untuk diproses pada titik tertentu di dalam sistem.
- g) Efisiensi Pemanfaatan Sumber Daya: Mengukur seberapa efisien sumber daya seperti energi, bahan baku, atau tenaga kerja digunakan dalam proses.
- h) Tingkat Layanan kepada Pelanggan: Mengukur seberapa cepat atau efektif pelayanan diberikan kepada pelanggan.
- i) Ketersediaan Sumber Daya: Mengukur berapa lama sumber daya tersedia untuk digunakan dalam sistem.
- j) Biaya Operasional: Mengukur biaya yang terkait dengan menjalankan sistem atau proses.

Memilih metrik performansi yang sesuai tergantung pada niat simulasi dan jenis industri atau proses yang sedang di-modelkan. Dalam Promodel atau perangkat lunak simulasi serupa, metrik performansi berperan dalam mengukur efek perubahan, mengenali titik-titik kendala, menguji skenario lainnya, dan mendapatkan pemahaman mengenai cara operasi sistem [25].