

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian tentang perancangan tata letak fasilitas telah dilakukan oleh Nur Muhammad Iskandar (2017) melakukan penelitian tentang desain tata letak fasilitas di PT. Mercedes Benz Indonesia, yang memiliki masalah dengan panjang transfer material antar *workstation*, yang berpengaruh pada kenaikan biaya penanganan material dan volume barang yang diproduksi. Rencana fasilitas yang diusulkan memiliki dua kemungkinan sesuai dengan temuan penelitian yang dihasilkan menggunakan metodologi ARC dan ARD, namun hanya satu yang akhirnya dipilih, yaitu alternatif pertama karena memiliki jarak keseluruhan yang lebih masuk akal dan biaya penanganan material. Opsi pertama adalah 565 m<sup>2</sup> per hari dengan total jarak perpindahan untuk tata letak awal 591 m<sup>2</sup>/hari. Harga *material handling* alternatif pertama adalah Rp 344.734,8 per hari, sedangkan tata letak awal Rp 360.598,7 per hari. Oleh karena itu, dibandingkan dengan jarak perpindahan total dari pengaturan awal, jarak perpindahan total pada opsi pertama berkurang 26 m<sup>2</sup> setiap hari. Selain itu, dibandingkan dengan biaya keseluruhan penanganan material untuk tata letak awal, biaya penanganan material tata letak alternatif pertama turun sebesar Rp 15.864 per hari.

Nadia Dini Safitri (2017) melakukan penelitian tentang pembangunan fasilitas produksi CV. Iklan Primaset masih terpisah secara geografis satu sama lain, yang menyebabkan waktu pemrosesan menjadi lama dan hasilnya menjadi kurang ideal. Tata letak yang diusulkan memiliki jarak yang lebih pendek dengan efisiensi 27,6%, waktu pemrosesan ideal mencapai 19% dapat mengurangi biaya bisnis hingga 50% per bulan, dan hasilnya lebih optimal, menurut studi yang memanfaatkan teknik ARC.

Tujuan dari penelitian Kevin Basu Dewa (2018) adalah untuk mengevaluasi berbagai penyesuaian tata letak fasilitas untuk mengurangi biaya yang terkait dengan penanganan material harian yang diperlukan untuk kegiatan produksi perusahaan. Jika biaya tata letak awal \$ 15,034.22 dan biaya konfigurasi yang

direkomendasikan \$ 9,352.45, hasil simulasi menggunakan metode ARC dan ARD dilaporkan. Menghitung persentase menghasilkan hasil:  $38\% (\$15,034.22 - \$9,352.45 / \$15,034.22) \times 100\%$ .

Penelitian menggunakan *software flexsim* dilakukan oleh Nurcahyati (2019) pada Konveksi Uswah Collection dengan permasalahan yang ada yaitu seringnya keterlambatan dalam memenuhi permintaan karena terjadinya *bottleneck* pada mesin pembordiran yang mempunyai waktu yang lebih lama dibandingkan proses lainnya. akibat simulasi memakai *software flexsim* menggambarkan penurunan ketika siklus asal 1385 menit menjadi 554 menit. sesuai data experimenter diperoleh bahwa usulan tadi dapat menghemat waktu sebanyak 39,82% - 40,62%.

Penelitian oleh L. Gozali (2020) pada PT Hartekprima Listrindo yang memproduksi genset. Dimana permasalahan yang ada berupa perusahaan akan berencana menambah kapasitas produksi pabrik baru direncanakan mencapai 20 generator/tahun dengan luas lahan produksi sebesar 5184 m<sup>2</sup>. Desain relokasi menggunakan metode *Systemmatic Layout Planing* (SLP) dengan menggambarkan aliran material dalam proses produksi menggunakan *Multi-Product Process Chart* (MPPC), kemudian dilanjutkan dengan menggunakan ARC yang menggambarkan hubungan antar aktivitas departemen. Tahapan perancangan selanjutnya adalah mendeskripsikan ARD dan *Area Allocation Diagram* (ADD). Hasil desain perbandingan menghasilkan 2 alternatif *layout* yang lebih baik dari *layout* awal. Desain *layout* yang dipilih adalah desain alternatif 1 karena mengurangi waktu transportasi dan meningkatkan efisiensi pergerakan.

Bintang Baskara K. (2020) pada penelitiannya di CV Oto Boga Jaya (Oto Bento) memiliki permasalahan yaitu tata letak pabrik antara gudang bahan baku dan area produksi dimana posisi kedua departemen memiliki kelebihan lebih dari 29 meter dan membutuhkan waktu lebih dari 10 menit untuk satu gerakan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) untuk menggambarkan tata letak pabrik yang baru CV Oto Boga Jaya. Kemudian setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil berupa 2 alternatif *layout* dengan jarak dan posisi departemen yang berbeda yang telah diproses di FTC, ARC, ARD, AAD.

Hasil penelitian ini dipilih alternatif *layout* 2, karena memiliki jarak antar departemen yang lebih pendek, proses produksi/administrasi yang lebih tertib dan simpang ruangan yang lebih sedikit dibandingkan dengan alternatif *layout* 1

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Magister Alfatah Kalijaga (2020) pada UKM A3 Aluminium Yogyakarta dengan masalah tersebut, pengaturan pemolesan buruk sehingga pekerja merasa kesulitan untuk mengangkut barang yang harus menempuh jarak bolak-balik yang jauh. Waktu pengiriman yang lama dan biaya penanganan material (OMH) yang tinggi mengakibatkan gangguan pada proses produksi. Dua tata letak alternatif dibuat menggunakan metode ARC dan ARD dan diimplementasikan menggunakan perangkat lunak *Flexsim* 6.0. Alternatif 1 menghasilkan penurunan OMH sebesar 10,87% dari \$37,012.46 menjadi \$32,985.74 dan menghasilkan 330 unit *output*, sedangkan Alternatif 2 menghasilkan 390 unit *output*.

Menurut Suhartini (2021) pada penelitiannya di SBU Galangan PELNI Surya Surabaya menggunakan metode ARC dan ARD untuk mengetahui rancangan tata letak fasilitas produksi yang baik bagi perusahaan. Pada data awal yang dihasilkan *layout* awal menggunakan total jalur proses produksi sebanyak 221,97 m, lalu sesudah dilakukan pengolahan data akan dihasilkan *layout* alternatif berdasarkan metode ARC serta ARD dengan total jalur proses produksi sebanyak 159,12 m menggunakan nilai persentase perbandingan dengan *layout* awal menggunakan *layout* alternatif sebanyak 28,3%.

Julliete Angel Luin (2021) pada penelitiannya di PT Duta Wijaja Elektindo Engineering menyatakan bahwa tata letak fasilitas yang tidak optimal merupakan salah satu faktor yang memicu rendahnya produktivitas dan mempengaruhi aliran informasi perusahaan. Hasil pengolahan data menggunakan metode TSP, ARC, Dan ARD mendapatkan rekomendasi berupa total jarak terkecil pada tata letak fasilitas kantor yang diusulkan adalah 244,22 meter dengan pengurangan 36% dari kondisi awal. Dengan berkurangnya total jarak yang ditempuh, tingkat produktivitas karyawan dan efisiensi kerja akan meningkat.

Permasalahan dengan CV. Arto Moro penelitian oleh A. Rozak (2021), khususnya berupa tata letak fasilitas yang tidak efisien. Penempatan *layout* tidak diatur secara maksimal karena perusahaan tidak memiliki rencana *layout*. Untuk menilai tata letak yang disarankan, hasil dari pendekatan ARC dan ARD disimulasikan menggunakan perangkat lunak BLOCKPLAN. Kesimpulan penelitian mengarah pada pemilihan tata letak berdasarkan nilai keseluruhan yang menduduki peringkat tertinggi, menggunakan spesifikasi nilai ADJ-Score tempat kedua sebesar 0,63, nilai REL-Jarak tempat pertama sebesar 0,68 menggunakan jarak total 80 m, dan tata letak sesuai dengan sirkulasi proses produksi.

Rosnani Ginting (2021) pada penelitiannya pada simulasi lini produksi ragum di PT XYZ bertujuan mengetahui alur serta waktu rantai produksi dengan memodelkan pada bentuk simulasi sebagai akibatnya memudahkan dalam menganalisis apakah sistem yang telah didesain berjalan dengan baik. Di proses validasi jumlah produk aktual yang didapatkan yaitu sebesar 47 buah ragum pada dua shift dengan waktu per-*shift* 8 jam serta di model simulasi produk yang didapatkan sebesar 41 buah pada dua shift. Sesudah dibandingkan jumlah produk di simulasi tidak melebihi jumlah produk aktual dengan simpangan sebanyak 12,76%.

Menurut laporan Andhika Cahyono Putra (2022), korporasi XYZ memiliki masalah dengan aliran bahan baku yang tidak efisien. Proses produksi terganggu sebagai akibat dari obstruksi, yang merupakan sirkulasi bahan baku yang berbenturan karena pengaturan pada workstation yang tidak diurutkan. Jalur penanganan ditemukan 40% lebih efisien menggunakan teknologi ARC dan ARD daripada tata letak asli 112 m hingga 65 m, mempercepat produksi di Perusahaan XYZ.

Aji (2022) pada penelitiannya di perusahaan manufaktur farmasi, permasalahan yang dihadapi yaitu tidak tersusun dengan baik sirkulasi proses di area kerja laboratorium. Belum efisiennya jarak antar departemen sebagai akibatnya berpengaruh di integrasi pekerjaan yang ada di aliran proses kerja. Tidak efisiennya jarak antar departemen menyebabkan timbul biaya penanganan material yang relatif cukup besar. Akibat penelitian yang dihasilkan menggunakan

metode ARC serta ARD menggambarkan penurunan jarak perpindahan sebesar 1.718,10 meter serta biaya penanganan material (OHM) sebanyak Rp 2.772,240,26. Efisiensi yang didapatkan di *layout* usulan sebanyak 42,24% dari *layout* awal.

Tabel 2.1 Jurnal Penelitian

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Nur Muhammad Iskandar	2017	Perancangan Tata Letak Fasilitas Ulang (Relayout) Untuk Produksi Truk Di Gedung Commercial Vehicle (CV) PT. Mercedesbenz Indonesia	ARC dan ARD	Terdapat dua alternatif usulan dan dipilih satu alternatif dimana diperoleh total jarak perpindahan sebesar 565 m <sup>2</sup> /hari dengan biaya <i>material handling</i> sebesar 360.598,7/hari.
2	Nadia Dini Safitri	2017	Analisis Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode <i>Activity Relationship Chart</i> (ARC)	ARC	Layout usulan memiliki efisiensi sebesar 27,6%, waktu pengerjaan optimal mencapai 19% dan menghemat biaya perusahaan hingga 50% setiap bulan.
3	Kevin Basu	2018	Perancangan	ARC dan	Biaya <i>material</i>

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	Dewa		Tata Letak Dan Fasilitas Menggunakan Metode Simulasi Untuk Meminimasi Biaya <i>Material Handling</i> .	ARD	<i>handling</i> dari perancangan tata letak usulan sebesar \$9.352,22 dengan presentase penurunan sebesar 38%.
4	Nurchayati	2019	Optimasi Proses Produksi UMKM Topi Casual Uswah Konveksi Dengan Metode Simulasi Menggunakan <i>Software Flexsim 6</i> .	Simulasi <i>software flexsim</i>	Diperoleh hasil simulasi menggunakan <i>software flexsim</i> menunjukkan penurunan waktu siklus dari 1385 menit menjadi 554 menit. Berdasarkan eksperimenter diperoleh bahwa usulan tersebut dapat menghemat waktu sebesar 39,82%-40,62%.
5	L Gozali	2020	Planning The New Factory Of PT Hartekprima	<i>Systematic Layout Planning</i>	Hasil penelitian mendapatkan 2 alternatif <i>layout</i>

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			Listrindo Using <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP) Method.	(SLP), <i>Multi-Product Process Chart</i> (MPPC), ARC, ARD, dan <i>Area Allocation Diagram</i> (ADD)	dimana dipilih <i>layout</i> alternatif 1 karena diketahui <i>layout</i> tersebut dapat mengurangi waktu transportasi dan meningkatkan efisiensi pergerakan.
6	Bintang Baskara K.	2020	Redesign <i>Layout Planning</i> of Raw Material Area and Production Area Using <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP) Methods (Case Study of CV Oto Boga Jaya)	<i>Systematic Layout Planning</i> (SLP), FTC, ARC, ARD, AAD.	Pada hasil penelitian ini dipilih alternatif <i>layout</i> 2 karena memiliki jarak antar departemen yang lebih pendek, proses produksi/ administrasi yang lebih tertib dan simpang ruangan yang lebih sedikit.
7	Magister Alfatah Kalijaga	2020	Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada UKM A3	ARC, ARD, dan <i>Software Flexsim</i>	Didapatkan 2 alternatif usulan tata letak, alternatif 1

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			Aluminium Yogyakarta Menggunakan <i>Software</i> <i>Flexsim 6.0</i>		menghasilkan penurunan OMH sebesar 10,87 yaitu dari \$37.012,46 menjadi \$32.985,74 dan hasil <i>output</i> yang didapatkan sama dengan model awal yaitu 330 unit, sedangkan alternatif 2 menghasilkan peningkatan <i>output</i> dari 330 menjadi 390 unit.
8	Suhartini	2021	Usulan Rancangan Tata Letak Fasilitas Proses Replating Kapal Dengan Menggunakan Metode ARC Dan ARD (Studi Kasus Di Sbu Galangan	ARC dan ARD	Didapatkan alternatif <i>layout</i> dengan total jalur produksi sebesar 159,12 m dengan persentase perbandingan dengan <i>layout</i> awal sebesar 28,3%.

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			Pelni Surya).		
9	Julliete Angel Luin	2021	Proposed Office Facilities Layout In Low Voltage Electric Panel Manufacturer.	TSP, ARC, dan ARD	Mendapatkan hasil <i>layout</i> dengan total panjang fasilitas sebesar 244,22 meter dengan pengurangan sebesar 36% dari <i>layout</i> awal
10	A. Rozak	2021	Penerapan ARC Dan ARD Untuk Membuat Rancangan <i>Layout</i> Fasilitas Pada Pabrik Kerupuk Menggunakan BLOCKPLAN Di CV Arto Moro.	ARC, ARD, dan BLOCKPLAN	Didapatkan rincian peringkat kedua pada nilai ADJ-Score yaitu 0,63, peringkat pertama pada dua sub point nilai REL-Distance yaitu 0,68 dengan total jarak 80 meter, serta tata letak yang sesuai dengan aliran produksi.
11	Rosnani Ginting	2021	Simulasi Lini Produksi Ragum Di PT XYZ Dengan	Aplikasi <i>Flexsim</i>	Pada proses validasi jumlah produk aktual yang dihasilkan

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			Menggunakan Aplikasi <i>Flexsim</i>		yaitu sebanyak 47 buah ragam dalam 2 shift dengan waktu per-shift 8 jam dan pada model simulasi produk yang dihasilkan sebanyak 41 buah dalam 2 shift. Setelah dibandingkan jumlah produk pada simulasi tidak melebihi jumlah produk aktual dengan simpangan sebesar 12,76%.
12	Andhika Cahyono Putra	2022	Perencanaan Tata Letak Untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Perusahaan Furniture XYZ Dengan Metode ARC dan ARD.	ARC dan ARD	Didapatkan lintasan <i>handling</i> yang efisien sebesar 40% atau panjang lintasan 65 meter dari panjang awal 112 meter sehingga dapat mempercepat

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					proses produksi perusahaan.
13	Aji	2022	Implementasi ARC dan ARD Untuk Menurunkan OHM Pada Desain Ulang Tata Letak Fasilitas Laboratorium.	ARC dan ARD	Hasil menunjukkan penurunan jarak perpindahan sebesar 1.718,10 meter dengan biaya penanganan material (OHM) sebesar 2.772,240,26. Dengan efisiensi sebesar 42,24% dari <i>layout</i> awal.

Desain ulang tata letak fasilitas menggunakan pendekatan ARC untuk menunjukkan hubungan antar wilayah yang terdapat dalam kegiatan selama desain produk dan ARD sebagai tingkat kedekatan, berdasarkan penelitian sebelumnya pada Tabel 2.1, sehingga biaya penanganan material minimal diantisipasi. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan jarak perpindahan minimal untuk menurunkan biaya penanganan material selain mengubah tata letak fasilitas mengingat faktor utama PT Ahmadaris, yaitu timbulnya *loss time*.

Menurut penelitian terdahulu dimana setiap penelitian dalam perancangan ulang tata letak fasilitas menggunakan metode ARC dan ARD, peneliti akan tetap menggunakan metode ARC dan ARD dengan menambahkan simulasi menggunakan *software flexsim*, simulasi ini menjadi gambaran perancangan ulang tata letak fasilitas yang dapat kita ketahui jalannya proses produksi setelah kita rancang tata letak yang baru.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Tata Letak**

Tata letak menurut Apple (1990), satu set fasilitas yang terdiri dari energi, bangunan, peralatan, dan elemen lainnya harus diatur dengan tujuan memaksimalkan hubungan antara arus orang, masalah, dan barang serta operator dan proses yang diperlukan untuk mencapai tujuan dengan biaya efektif, efektif, dan aman. Menurut Meyers (1992), tata letak perusahaan mengacu pada bagaimana fasilitas fisik perusahaan diatur atau diatur untuk memaksimalkan efisiensi energi dan penggunaan orang, bahan, dan alat secara efektif. Tata letak akan memiliki banyak konsekuensi strategis karena dapat mempengaruhi seberapa kompetitif suatu perusahaan dalam hal pengenalan merek, hubungan klien, kualitas lingkungan tempat kerja, biaya, fleksibilitas, prosedur, dan kapasitas.

Ketika digunakan dengan benar, tata letak dapat membantu bisnis dalam mencapai biaya rendah, jawaban cepat, atau strategi pendukung proses. Teknik tata letak digunakan untuk merancang tata letak yang efisien yang juga memenuhi persyaratan kompetitif perusahaan. Dari pengertian ini, dapat disimpulkan bahwa tata letak perusahaan adalah pengaturan atau penempatan fasilitas produksi untuk menciptakan sistem yang baik dalam proses produksi, memungkinkan operasi operasi bisnis yang lancar, efektif, dan efisien.

### **2.2.2 Pentingnya Tata Letak**

Tata letak dan pemindahan bahan atau *material handling* menjadi pengaruh besar pada produktivitas serta profit suatu perusahaan, jika dibandingkan dengan faktor lainnya. Berikut pentingnya tata letak menurut Apple (1990) adalah:

1. Jika perencanaan aliran material efektif, persyaratan produk ekonomis.
2. Pola aliran material berfungsi sebagai dasar untuk penataan fasilitas yang efektif.
3. Pemindahan barang merupakan pola aliran statis dalam kenyataan yang memberikan cara bagaimana material dipindahkan.
4. Susunan fasilitas yang baik disekitar pola aliran material mengakibatkan pelaksanaan berbagai proses yang berkaitan secara efisien.

5. Penyelesaian proses yang berhasil dapat mengurangi biaya produksi.
6. Dapat menghasilkan keuntungan optimal dengan jumlah biaya produksi yang paling sedikit.

Tata letak pada rantai produksi dirancang seperti ini sehingga:

1. Memungkinkan terjadinya aliran material yang lancar dan efisien
2. Ongkos *material handling* yang minimum.
3. Memberikan manfaat efektif terhadap energi, ruang, tenaga kerja, dan peralatan.
4. Memberikan kenyamanan serta keselamatan

Mengingat pentingnya tata letak dalam bisnis, desain tata letak harus dilakukan dengan baik sehingga dapat memenuhi kebutuhan bisnis dan mempertahankan daya saing (Mayer, 1993).

### **2.2.3 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas**

Tujuan desain tata letak fasilitas adalah untuk mengatur ruang kerja di semua fasilitas produksi dengan cara yang paling hemat biaya untuk operasi produksi yang aman dan nyaman, dengan tujuan akhir meningkatkan kinerja operator.

Menurut Apple (1990), tujuan dari desain tata letak fasilitas adalah untuk menggambarkan pengaturan ruang kerja terkait yang menguntungkan secara finansial di mana produk dapat diproduksi dengan hemat. Tata letak kemudian harus dirancang dengan tujuan utama berikut:

1. Membuat proses produksi lebih mudah.
2. Kurangi jumlah produk yang dipindahkan.
3. Menjaga keseimbangan operasional.
4. Terus memproduksi barang dengan produktivitas setengah jadi yang tinggi pada khususnya.
5. Mengurangi investasi modal pada mesin atau peralatan.

6. Hemat ruang.
7. Meningkatkan produktivitas tenaga kerja.
8. Jaga agar informasi tetap dapat diakses, tingkatkan keamanan karyawan, dan buat pekerjaan nyaman.

Sedangkan menurut Wignjosoebroto (2009) keuntungan perencanaan tata letak yang baik pada proses produksi diantaranya:

1. Meningkatkan hasil produksi

Dengan arsitektur cerdas, Anda dapat mencapai hasil maksimal dengan menggunakan jumlah sumber daya penanganan material yang sama, jam kerja yang lebih sedikit, dan jam pengoperasian engine yang lebih sedikit.

2. Kurangi waktu tunda (delay)

Untuk menghindari waktu tunggu yang lama, orang yang bertanggung jawab atas desain tata letak perusahaan harus mencapai keseimbangan antara waktu produksi dan beban kerja departemen atau mesin.

3. Mengurangi proses pemindahan material

Penting untuk merencanakan tata letak fasilitas perusahaan untuk meminimalkan aktivitas pergerakan material, karena dalam beberapa keadaan dapat mencapai 30% hingga 90% dari biaya produksi.

4. Menghemat penggunaan area untuk layanan, gudang, dan produksi.

Pengaturan fasilitas ini dimaksudkan untuk mengatasi masalah termasuk ruang yang berlebihan antara mesin, penumpukan material, dan melacak limbah. Mereka semua akan menambahkan ruang yang diperlukan untuk bisnis. Setiap penggunaan ruang yang berlebihan akan dicoba untuk diatasi dan dievaluasi dalam rencana tata letak yang sesuai.

5. Penggunaan mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya yang lebih besar

Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya tenaga kerja, penggunaan mesin, dan biaya produksi lainnya. Pengguna sistem manufaktur akan lebih efektif dan efisien dengan tata letak yang layak.

#### 6. Mengurangi *inventory in process*

Tujuan dari sistem produksi adalah untuk mencegah akumulasi barang setengah jadi dan untuk mengangkut bahan baku dari satu proses ke proses berikutnya secepat mungkin. Mengurangi waktu tunggu (penundaan) dan sumber daya yang perlu diproses segera dapat menyelesaikan masalah ini.

#### 7. Mengurangi risiko terhadap kesehatan dan keselamatan kerja operator

Perencanaan berusaha untuk menciptakan lingkungan tempat kerja yang ramah bagi karyawan. Operator harus menghindari melakukan apa pun yang dapat dilihat sebagai berisiko berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan kerja sebanyak mungkin.

#### 8. Mengurangi faktor-faktor yang dapat membahayakan dan mempengaruhi kualitas bahan baku atau produk jadi.

Kualitas bahan dan barang yang dihasilkan dapat dengan cepat dirugikan oleh bau, panas, debu, getaran, dan faktor lainnya, yang semuanya dapat dengan mudah dikurangi dengan perencanaan tata letak yang cermat.

### **2.2.4 Activity Relationship Chart (ARC)**

Metode atau teknik yang mudah untuk merencanakan tata letak fasilitas atau departemen sesuai dengan tingkat korelasi kegiatan yang sering disebutkan dalam evaluasi dan cenderung sesuai dengan pertimbangan subjektif dari masing-masing lini atau departemen dalam perusahaan adalah *Activity Relationship Chart* (ARC) atau *Activity Correlation Map* dari Wignjosoebroto (1996). Selama produk dikembangkan, hubungan antara area yang terkandung dalam kegiatan ditunjukkan dalam ARC ini, memungkinkan tingkat kedekatan antara proses untuk dinilai.

Menurut Apple (1990), peta keterkaitan aktivitas, sering dikenal sebagai ARC, adalah strategi yang digunakan untuk merencanakan hubungan antara setiap baris kegiatan terkait. Peta ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Penyusunan urutan awal bagi satu peta *from to chart*.
2. Lokasi relatif dari pusat departemen dalam satu perusahaan.
3. Lokasi kegiatan dalam suatu usaha pelayanan
4. Lokasi pusat kerja dalam operasi perawatan atau perbaikan.
5. Lokasi nisbi dari daerah pelayanan dalam satu fasilitas produksi.
6. Menunjukkan satu kegiatan dengan kegiatan lainnya.
7. Memperoleh satu landasan bagi penyusunan daerah selanjutnya.

Terdapat variabel yang berupa simbol dimana melambangkan derajat kedekatan antara departemen satu terhadap departemen lainnya pada ARC. Simbol yang digunakan seperti yang tercantum pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Derajat Kedekatan ARC

Derajat Kedekatan	Deskripsi	Warna
A	Mutlak perlu aktivitas-aktivitas itu berdekatan	Merah
E	Sangat penting aktivitas-aktivitas tersebut berdekatan	Oranye
I	Penting bahwa aktivitas-aktivitas berdekatan	Hijau
O	Biasanya (kedekatannya) dimana saja tidak masalah	Biru
U	Tidak perlu adanya keterkaitan geografis apapun	Putih
X	Tidak diinginkan aktivitas-aktivitas berdekatan	Cokelat

Sumber: Wignjosuebrotto (2009)

Tabel 2.3 Kode alasan ARC

Kode	Alasan
1	Penggunaan catatan secara bersama
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	Menggunakan space area yang sama
4	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan
6	Urutan aliran kerja
7	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Kemungkinan adanya bau, debu, ramai, dll.

Sumber: Wignjosobroto (2009)

Prosedur penyusunan ARC Wignjosobroto (2009):

1. Buat daftar semua kantor atau departemen yang akan disiapkan, rapikan, dan tandai daftar tersebut di peta.
2. Mewawancarai dan mengumpulkan data dari manajemen dan staf yang berwenang dari masing-masing departemen yang disebutkan di peta.
3. Tentukan kriteria korelasi departemen, yang akan menentukan bagaimana mereka diatur pada peta dan seberapa baik mereka berkorelasi satu sama lain. Kemudian, untuk setiap korelasi aktivitas antar departemen pada peta, tetapkan nilai korelasi.
4. Memeriksa keterkaitan kegiatan yang dipetakan sebelumnya dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen dasar. Izinkan evaluasi atau perubahan yang lebih sinkron tanpa batasan. Memeriksa, meninjau, dan tindakan korektif harus dilakukan untuk memastikan konsistensi atau kecenderungan bagaimana orang yang terlibat dalam tugas memandang sesuatu. Jika dinyatakan bahwa departemen A dan departemen B memiliki nilai korelasi kegiatan "penting", maka departemen A juga harus memiliki nilai korelasi kegiatan "penting". Pekerja individu atau manajer dari

departemen A diminta untuk menyerahkan penilaian tentang bagaimana kegiatan mereka berkorelasi dengan orang-orang dari individu atau manajemen dari departemen B.

### 2.2.5 *Activity Relationship Diagram (ARD)*

Menurut Apple (1990), diagram keterkaitan, atau ARD, direpresentasikan sebagai diagram balok yang mencontohkan metode keterkaitan aktivitas, yang mengelompokkan setiap aktivitas ke dalam model aktivitas tunggal dan meremehkan pentingnya ruang selama proses perencanaan. Diagram penghubung ini dibuat dengan mempertimbangkan jumlah kedekatan, oleh karena itu harus memiliki biaya penanganan material yang rendah.

Tabel skala prioritas adalah fondasi untuk membuat ARD, sehingga prioritas pertama harus didekatkan ke lokasi, dan prioritas berikutnya harus didekatkan ke departemen atau lini mesin di kolom paling kiri. Keadaan tata letak ARD:

1. Dua lini atau fasilitas kode kedekatan A harus diletakan bersebelahan.
2. Dua lini atau fasilitas kode kedekatan E boleh diletakan bersebelahan, atau bersentuhan titik sudutnya.
3. Dua lini atau fasilitas kode kedekatan X sama sekali tidak boleh bersinggungan.

Pada ARD derajat kedekatan antar fasilitas dinyatakan dengan kode huruf, garis dan warna yang dijelaskan pada tabel 2.4 dibawah.

Tabel 2.4 Derajat kedekatan ARD

Derajat Kedekatan	Kode Garis	Kode Warna
A	4 garis	Merah
E	3 garis	Orange
I	2 garis	Hijau
O	1 garis	Biru

U	Tidak ada kode garis	Tidak ada kode warna
X	Bergelombang	Coklat

Sumber: Wignjosoebroto (2009)

**2.2.6 Pengukuran Jarak *Material Handling***

Sistem pengukuran jarak menggunakan sejumlah pendekatan yang berbeda. Sistem pengukuran diterapkan sesuai dengan persyaratan dan kepribadian perusahaan yang menggunakannya. Berikut ini adalah beberapa teknik pengukuran jarak yang dapat diterapkan:

1. Jarak *Euclidean*

Jarak *Euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas yang lainnya,

$$D_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

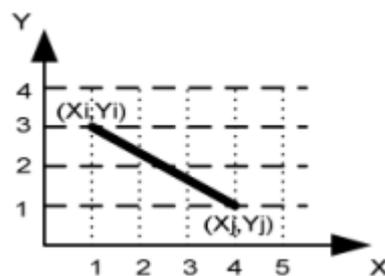
Dimana:

$x_i$ = koordinat x pada pusat fasilitas i

$y_i$ = koordinat y pada pusat fasilitas i

$d_{ij}$ = jarak antara pusat fasilitas i dan j

Perhitungan jarak *Euclidean* antara i dan j seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Jarak *Euclidean*

Sumber : Purnomo (2004)

## 2. Jarak *Rectilinear*

Jarak *Rectilinear*, juga dikenal sebagai jarak Manhattan, adalah pengukuran yang dilakukan di sepanjang jalur tegak lurus. Ini sering digunakan karena mudah dihitung, dipahami, dan lebih sesuai dengan beberapa masalah saat ini, seperti jarak antara lokasi di mana peralatan transfer material hanya dapat bergerak tegak lurus.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots \dots \dots (2)$$

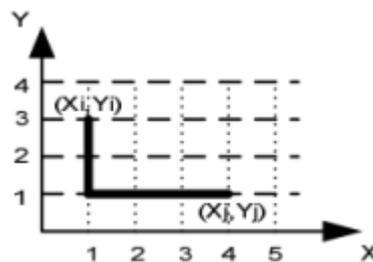
Dimana:

$x_i$  = koordinat x pada pusat fasilitas i

$y_i$  = koordinat y pada pusat fasilitas i

$d_{ij}$  = jarak antara pusat fasilitas i dan j

Perhitungan jarak *Rectilinear* antara i dan j seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.2 Jarak *Rectilinear*

Sumber: Purnomo (2004)

## 3. Jarak *Square Euclidean*

Kuadrat bobot terbesar digunakan untuk menghitung jarak *Euclidean* antara dua fasilitas terdekat. Aplikasi persegi *Euclidean* digunakan untuk menyelesaikan beberapa kesulitan, terutama yang melibatkan pengaturan fasilitas. Rumusnya adalah:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

$x_i$  = koordinat x pada pusat fasilitas i

$y_i$  = koordinat y pada pusat fasilitas i

$d_{ij}$  = jarak antara pusat fasilitas i dan j

#### 4. Tchebychev

Formulasinya adalah sebagai berikut karena pengukuran ini biasanya digunakan dalam memilih masalah dan menggunakan dimensi tiga dimensi:

$$d_{ij} = \max ( | X_i - X_j | , | Y_i - Y_j | , | Z_i - Z_j | ) \dots \dots \dots (4)$$

#### 5. Aisle Distance

Merupakan pengukuran jarak secara aktual, adalah pengukuran jarak yang tepat yang dilakukan oleh alat transportasi material atau peralatan penanganan material saat bergerak di sepanjang lintasan.

#### 6. Adjacency

Bila fasilitas atau departemen i dan j saling berhubungan secara langsung (adjacency).

#### 7. Shortest Path

Merupakan perhitungan yang biasa digunakan untuk menentukan jarak dua titik yang paling pendek dalam permasalahan network location.

### 2.2.7 Ongkos *Material Handling*

Transfer bahan baku ke fasilitas manufaktur, transfer barang setengah jadi ke tahap berikutnya, dan transfer internal dan transportasi adalah beberapa contoh kegiatan penanganan material yang perlu diperhitungkan. Di sini, pengukuran dapat diubah untuk mencerminkan keadaan bisnis saat ini. Seluruh jarak perpindahan dan frekuensi perpindahan dapat dikalikan dengan biaya pengangkutan material handling per meter (BAM) untuk mendapatkan material handling cost (OMH). Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan biaya penanganan material per meter:

$$\frac{OMH}{Meter} = \frac{Gaji\ Perminggu}{Jarak\ Total} \dots\dots\dots (5)$$

Setelah ditentukan OMH per meter gerakan berdasarkan alat angkut serta frekuensi dan jarak untuk setiap pengangkutan, maka OMH total dapat dihitung dengan rumus:

$$Total\ OMH \sum_1 (F_{ij}, C_{ij}, D_{ij}) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

$F_{ij}$  = frekuensi perpindahan antar area i dan j

$C_{ij}$  = ongkos material handling per satuan jarak

$D_{ij}$  = jarak antara area i dan j

### 2.2.8 Software *Flexsim*

*Flexsim* merupakan sebuah perangkat lunak yang tepat dan mudah dioperasikan untuk melakukan sebuah pemodelan simulasi. Pemodelan dan simulasi disini merupakan cara atau alat yang digunakan guna mempelajari serta menganalisis kinerja dari sistem maupun proses. Pemodelan dapat berupa gambaran model sesuai permasalahan yang ada sesuai hasil studi literatur yang dilakukan. Sedangkan simulasi yaitu cara untuk melakukan uji coba dengan menggunakan model dari sistem yang didapatkan.

Siapa pun yang ingin menjelajah dengan model dapat menggunakan program ini. Pemodelan simulasi *Flexsim* menggabungkan skala (waktu, unit, dll.) dan disajikan dalam format 3D visual untuk membantu pengguna lebih mudah mengidentifikasi kemacetan lini produksi. *Flexsim* bisa membantu menentukan kapasitas maksimal produksi, menyeimbangkan departemen manufaktur, mengatur penyebab penundaan, menyelesaikan persoalan *inventory* menguji praktek penjadwalan baru, dan mengoptimalkan jalannya produksi perusahaan.

*Flexsim* juga bisa memberikan kemudahan kepada para pembuat keputusan untuk melakukan konfirmasi kebenaran model yang telah dibuat, dengan adanya *tools report* berupa laporan statistik dan analisis yang terdapat didalam *software*

*flexsim*. *Flexsim* juga merupakan simulasi pemecahan masalah pada manufaktur, pelayanan kesehatan, *material handling*, *packaging*, gudang, dan permasalahan lainnya. Menurut E. Tokgoz (2017) aplikasi seperti *flexsim*, *anylogic* serta *simio* tak jarang dipergunakan untuk memilih solusi rekayasa industri manufaktur dan sistem terkait berbagai layanan serta sistem produksi.

### 1. Objek

*Fixed resource* dan *task executers* adalah dua jenis objek dasar yang membentuk Flexsim. Sumber, konveyor, prosesor, antrean, dan sink adalah contoh objek dengan *fixed resource* yang mengirim atau menerima item alur. Transporter dan operator adalah contoh *task executers*, yang merupakan sumber daya seluler yang melaksanakan tugas yang telah ditentukan.

### 2. *Fixed Resource*

Pada objek *fixed resource* adalah dasar dari pembuatan sebuah model simulasi yang akan digunakan untuk mendefinisikan aliran produk. *Fixed resource* dapat melakukan:

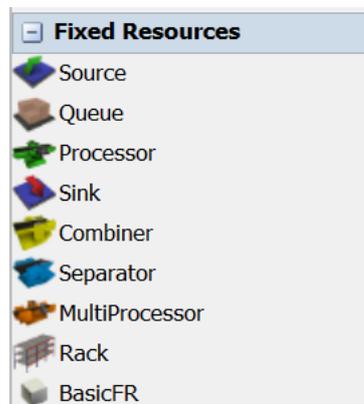
- ✓ Mendorong atau menarik aliran suatu produk.
- ✓ Proses suatu produk.
- ✓ Antrean produk (menimbun sampai isi maksimum).
- ✓ Memanggil operator untuk digunakan (untuk proses/ set up).
- ✓ Memanggil untuk mengangkut dan membawa produk ke proses selanjutnya.

Diantara objek *fixed resource* tidak memiliki waktu antar pengiriman (*transfer time* = nol) Hampir setiap perilaku pemodelan didefinisikan pada *fixed resource*, yaitu:

- ✓ Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memproses produk

- ✓ Lokasi pengiriman produk selanjutnya
- ✓ Memanggil operator untuk memproses produk
- ✓ Memanggil objek yang bertugas untuk mengangkut produk ke fixed resource selanjutnya, kemudian produk akan diproses.

Objek-objek *fixed resource* adalah sebagai berikut:



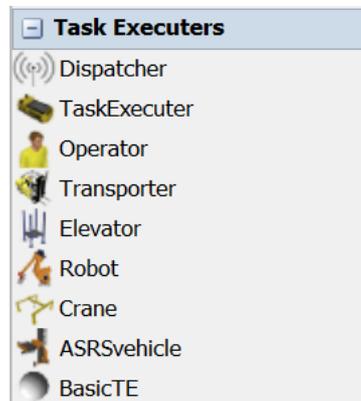
Gambar 2.3 Objek *Fixed Resource* pada Flexsim

### 3. *Task Executors*

*Task executors* adalah objek yang digunakan untuk menjalankan serangkaian tugas yang diberikan oleh *fixed resource*. Berupa rangkaian tugas maupun perintah yang telah ditetapkan (Ex: mengangkut barang dari gudang ke mesin dilakukan oleh operator, yang berarti operator adalah *Task executors*). Ketika kotak centang "USE transport" atau "USE operator" dipilih pada *fixed resource*, kumpulan tugas secara otomatis diproduksi dan dikirim. Perintah dapat digunakan untuk membangun dan melaksanakan set tugas yang unik.

Suatu tindakan atau arahan yang dilakukan oleh objek *task executors* disebut sebagai tugas. Contohnya termasuk memuat, membongkar, bepergian, menahan, atau menggunakan atau melakukan apa pun. Ketika *task executors* menerima daftar tugas, mereka mulai mengerjakan masing-masing satu per

satu sampai satu set selesai atau lebih diutamakan daripada yang lain karena itu lebih penting. Berikut ini adalah objek dari *task executers*:



Gambar 2.4 Objek Task Executors pada Flexsim

### 2.2.9 Verifikasi dan Validasi

Pada simulasi yang dibuat harus dapat dikatakan meyakinkan atau sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Keadaan sebenarnya pada sebuah sistem simulasi dapat ditunjukkan oleh hasil verifikasi dan validasi. Menurut Law dan Kelton (1991), verifikasi adalah proses akurat mengubah model simulasi konseptual (diagram alur dan asumsi) menjadi bahasa pemrograman. Definisi validasi Law dan Kelton (1991) masih termasuk menentukan apakah pendekatan konseptual simulasi (bukan program komputer) adalah penggambaran akurat dari sistem nyata yang dimodelkan. Pengertian lain mengenai validasi juga dikemukakan oleh Khoshnevis (1994) dimana validasi merupakan Langkah untuk meyakinkan bahwa model yang dibangun telah mewakili semua aspek penting dan berjalan seperti sistem nyata.

Uji t dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian mengenai pengaruh dari masing-masing variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat. Uji T (Test T) adalah salah satu test statistik yang dipergunakan untuk menguji kebenaran atau kepalsuan hipotesis yang menyatakan bahwa diantara dua buah mean sampel yang diambil secara random dari populasi yang sama, tidak terdapat perbedaan yang signifikan (Sudjiono, 2010). T-statistics merupakan suatu nilai yang digunakan guna melihat tingkat signifikansi pada pengujian hipotesis dengan cara

mencari nilai T-statistics melalui prosedur bootstrapping. Pada pengujian hipotesis dapat dikatakan signifikan ketika nilai T-statistics lebih besar dari 1,96, sedangkan jika nilai T-statistics kurang dari 1,96 maka dianggap tidak signifikan (Ghozali, 2016).

Pengambilan keputusan dilakukan dengan melihat nilai signifikansi pada tabel Coefficients. Biasanya dasar pengujian hasil regresi dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% atau dengan taraf signifikannya sebesar 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Adapun kriteria dari uji statistik t (Ghozali, 2016) :

1. Jika nilai signifikansi uji  $t > 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Artinya tidak ada pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen.
2. Jika nilai signifikansi uji  $t < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Artinya terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen.