**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Tata Letak Fasilitas**

**2.1.1 Perencanaan Fasilitas**

Tata letak fasilitas adalah pengaturan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk produksi barang atau jasa pengiriman. Fasilitas adalah entitas yang  
memfasilitasi kinerja pekerjaan apapun. Fasilitas ini terdiri atas alat mesin, pusat kerja, sel manufaktur, bengkel mesin, departemen, gudang, dll. (Sunderesh S. Heragu, 1997).

*Facilities planning* berkaitan dengan desain, tata letak (layout), lokasi dan akomodasi orang, mesin dan kegiatan dari system atau manufaktur/jasa yang menyangkut lingkungan atau tempat yang bersifat fisik. (Diaz A.G. & Smith J.M. 2008).

Desain fasilitas adalah menganilis, membentuk konsep, mendesain dan mewujudkan system bagi pembuatan barang atau jasa yang umumnya digambarkan sebagai rencana lantai yaitu susunan fasilitas fisik (mesin, peralatan dan sarana lain) untuk mengoptimumkan hubungan antar aktivitas, aliran material, aliran informasi dan tatacara yang diperlukan untuk mencapai tujuan periusahaan secara efektif, ekonomis dan aman.

Menurut Russel. R and Taylor, B.W., 2009., Tata letak fasilitas (*facility layout*) adalah susunan mesin, proses departemen, tempat kerja, area penyimpanan, gang dan fasilitas umum yang ada. Sedangkan menurut Stevenson W.J., 2007., tata letak (layout adalah susunan departemen, tempat kerja, dan peralatan dengan perhatian utama pada gerakan kerja (pelanggan atau material) melalui system: tata letak tetap (*fixed-position layouts*), tata letak proses (*process layouts*), tata letak produk (*product layouts*) atau tata letak kombinasi (*combinatioan layouts*).

**2.1.2 Persiapan dalam Perencanaan Tata Letak**

Sebelum tata letak pabrik dikembangkan, pemilik bisnis terlebih dahulu harus mengembangkan program produksi. Ini melibatkan menentukan produk yang akan dibuat, lokasi penjualan dan lokasi produksinya untuk memaksimalkan pendapatan (Kevin So, 2008). Langkah selanjutnya adalah memutuskan posisi atau standar produk. Pertimbangan strategis perusahaan meliputi apakah menghasilkan produk dengan volume yang tinggi dan harga jual dengan harga rendah, atau untuk menghasilkan produk dengan volume yang rendah namun mengenakan harga tinggi karena bisa menjadi produk berkualitas tinggi yang mempunyai nilai tambah tinggi. Setelah rincian ini dikonfirmasi, perencanaan tata letak dimulai dengan meminimalkan biaya produksi. Saat perencanaan tata letak fasilitas, ada dua hal utama yang perlu dipertimbangkan. Hal pertama adalah keseluruhan ruangan workshop dan berapa banyak peralatan membutuhkan ruang. Hal yang kedua adalah lalu lintas internal fasilitas. Ini termasuk logistik produksi dan gerakan pekerja di dalam perusahaan. Bila tahap perencanaan awal selesai, ada tiga langkah utama yang harus diikuti. Tiga langkah ini adalah informasi, strategi, dan tata letak. Langkah pertama mengumpulkan informasi adalah hal dasar yang berperan penting. Pada tahapan ini, diperlukan untuk menghitung waktu produksi produk. Perhitungannya meliputi identifikasi jumlah *workstation* yang dibutuhkan, jumlah pekerja per departemen, dan kemungkinan *bottle neck*. Strategi ini menjadi fokus utama pada tata letak karena perusahaan perlu mengetahui caranya untuk dapat bersaing dengan pesaing. Inilah langkah strategi dimana perusahaan perlu menyusun fasilitas untuk memperoleh keunggulan kompetitif dibanding pesaingnya. Langkah terakhir, tata letak fasilitas dikembangkan secara berkesinambungan. Langkah ini membutuhkan perencanaan sebagai berikut: ruang perencanaan, arus material dan informasi di lantai produksi, kendala, area jalan, dll. (Vaidya, 2013)

**2.1.3 Definisi Permasalahan Tata Letak**

(Koopmans dan Beckmann, 2011) mendefinisikan masalah tata letak fasilitas sebagai masalah industri yang umum di mana tujuannya adalah untuk mengkonfigurasi fasilitas, sehingga meminimalkan biaya pengangkutan material diantara mereka. Permasalahan tata letak fasilitas yaitu menemukan metode agar fasilitas tidak tumpang tindih dengan pengaturan ortogonal dan fasilitas persegi panjang dalam suatu lokasi rencana persegi panjang tertentu sehingga meminimalkan jarak. (Lee dan Lee, 2002) menyatakan bahwa masalah tata letak fasilitas terdiri atas pengaturan fasilitas area yang tidak sama dengan ukuran yang berbeda dalam ruang total tertentu, yang dapat dibatasi dengan panjang atau lebar area lokasi yaitu dengan cara meminimalisir biaya penanganan material dan biaya slack area. Menurut Shayan dan Chittilappilly (2004) mendefinisikan masalah tata letak fasilitas sebagai masalah optimasi yang mencoba membuat layout lebih efisien dengan memperhatikan berbagai interaksi antara fasilitas dan sistem penanganan material saat merancang layout. Banyak artikel telah diterbitkan pada topic tentang facility planning sehingga membantu dalam mengkarakterisasi karya penelitian ilmiah yang telah ada.

**2.1.4 Karakteristik *Workshop* Yang Mempengaruhi Tata Letak**

Beberapa jenis *workshop* dibahas dalam beberapa literatur berpengaruh terhadap tata letak fasilitas. Sebenarnya, masalah tata letak yang ditangani sangat bergantung pada fitur spesifik sistem manufaktur yang akan dijalankan. Beberapa faktor dan masalah desain secara jelas membedakan sifat masalah yang harus ditangani, khususnya: variasi produksi dan volume, sistem penanganan material yang dipilih, berbeda aliran material yang mungkin diperbolehkan untuk suku cadang, jumlah lantai di mana mesin dapat diberikan, bentuk fasilitas, lokasi pickup dan lokasi *drop-off*. Karena kepentingan mereka, faktor-faktor ini dijelaskan di bawah ini.

1. Produk dan Volume Desain

Tata letak umumnya bergantung pada variasi produk dan volume produksinya. (Kevin So, 2008) empat jenis tata letak, yaitu tata letak produk tetap, tata letak proses, tata letak produk dan tata letak seluler. Dalam tata letak produk tetap, produk umumnya beredar di dalam fasilitas produksi (mesin, pekerja, dll.); Dalam tipe layout tertentu, produk tidak bergerak, dimana sumber daya yang dipindahkan untuk melakukan operasi pada produk. Jenis tata letak ini biasa ditemukan di industri yang memproduksi produk ukuran besar, seperti kapal laut atau pesawat terbang. Proses tata letak kelompok fasilitas dengan fungsi serupa sama (Sumber daya dari jenis yang sama). Jenis tata letak ini sering digunakan bila ada beragam produk. Tata letak produk digunakan untuk sistem dengan volume produksi tinggi dan variasi produk yang rendah. Fasilitas diatur menurut urutan operasi manufaktur yang berturut-turut. Dalam tata letak seluler, mesin dikelompokkan ke dalam sel, untuk mengolah bagian produk yang serupa. Sel ini juga perlu diletakkan di lantai pabrik. Sehingga memunculkan permasalahan baru yaitu, masalah tata letak mesin intra sel, dengan menemukan susunan mesin terbaik di setiap sel.

1. Bentuk Fasilitas dan Ukuran

Bentuk fasilitas umumnya berbentuk persegi dan bentuk tidak beraturan, yaitu poligon yang mempunyai sudut tertentu. Suatu fasilitas dapat diberikan ukuran, yang didefinisikan oleh panjang tetap (*fixed length* / Li) dan lebar tetap (*fixed width*/ Wi). Dalam hal ini, fasilitas disebut blok tetap atau fasilitas yang kaku. Fasilitas juga dapat didefinisikan wilayahnya, dimana rasio aspeknya:

ai = Li / Wi.

1. *Material Handling Systems*

Sistem penanganan material memastikan pengiriman material ke lokasi yang sesuai. Peralatan penanganan material bisa jadi conveyor (sabuk, roller, roda), kendaraan berpemandu otomatis (AGV), robot, dll. (Tompkins dkk. 1996) memperkirakan bahwa 20-50% dari biaya pembuatan produk karena penanganan suku cadang dan material. Pengaturan perangkat penanganan material yang baik bisa mengurangi ongkos berkisar 10-30%. Pada sistem penanganan material, masalahnya terdiri dari pengaturan fasilitas di sepanjang jalur penanganan material. Dua permasalahan pada desain dan rekayasa tata letak yaitu : mencari tata letak fasilitas yang sesuai dan memilih peralatan penanganan material yang sesuai. Jenis perangkat penanganan material menentukan pola yang akan digunakan untuk tata letak mesin dan juga tata letak fasilitas akan mempengaruhi pemilihan perangkat penanganan sehingga saling berkaitan. Mengingat sulitnya menyelesaikan kedua masalah itu bersama-sama, maka permasalahan dapat dipecahkan secara berurutan. Pada jenis pengaturan tata letak utama berdasarkan jenis penanganan material, desainer dapat menentukan berbagai pilihan yaitu satu baris tata letak, layout multi-baris, tata letak loop dan tata letak lapangan terbuka (Drira dan Pierreval, 2007). Masalah pada layout fasilitas single row/satu baris terjadi saat fasilitas harus ditempatkan di sepanjang garis. Beberapa desain layout bentuk dapat dipertimbangkan dari situasi dasar ini, seperti garis lurus, berbentuk setengah lingkaran atau bentuk U. Masalah tata letak berbentuk loop berhubungan dengan penugasan fasilitas M ke lokasi kandidat 1.. . M, di jaringan *ring* tertutup. Tata letak *loop* menggabungkan stasiun *Load / Unload* (L / U), yaitu lokasi dari mana material masuk dan material meninggalkan lingkaran *loop*. Stasiun ini unik dan diasumsikan berada di antara posisi M dan 1. Tata letak multi-baris melibatkan beberapa deretan fasilitas (Hassan, 1994). Pergerakan bagian terjadi antara fasilitas dari baris yang sama dan dari baris yang berbeda. Tata letak lapangan terbuka sesuai dengan situasi di mana fasilitas dapat ditempatkan tanpa batasan atau kendala yang akan diakibatkan oleh pengaturan seperti tata letak baris tunggal atau loop.

1. *Multi Floor Layout*

Di saat ini, ketika membangun sebuah pabrik di daerah perkotaan, pasokan lahan pada umumnya tidak mencukupi dan mahal. Keterbatasan ruang horisontal yang tersedia menciptakan kebutuhan untuk menggunakan dimensi vertikal. Kemudian, muncul gagasan lokasi fasilitas yang terbagi di beberapa lantai, sehingga bagiannya bisa bergerak horizontal di lantai tertentu (arah horisontal), tapi juga dapat bergerak dari lantai satu ke lantai lain yang berada pada tingkat yang berbeda (vertical flow direction). Gerakan vertikal membutuhkan alat transportasi vertikal : lift. Dalam situasi seperti itu, baik posisi di lantai maupun ketinggian lantai harus ditentukan untuk masing-masing fasilitas. Kemudian, perlu dipertimbangkan pergerakan vertikal bagian dari satu lantai ke lantai lainnya. Elevator adalah sistem penanganan material yang banyak digunakan pada *multi floor layout*. Optimasi jumlah lantai dapat diketahui atau yang akan ditentukan, tergantung pada setiap area lantai dan pada Jumlah dan dimensi fasilitas (Lee dkk., 2005)

1. *Backtracking* dan *Bypassing*

*Backtracking* dan *bypassing* adalah dua gerakan tertentu yang dapat terjadi pada layout *flowline*, yang dapat mempengaruhi arus produk. *Backtracking* adalah pergerakan suatu bagian, dari satu fasilitas ke fasilitas lain yang mendahuluinya dalam urutan fasilitas di layout *flowline*. Jumlah gerakan *backtracking* harus diminimalkan. *Bypassing* terjadi ketika sebuah bagian bergerak melewati beberapa fasilitas dalam pengaturan layout *flowline*.

1. Lokasi *Pick-Up* dan *Drop-Off*

Hal ini sering diperlukan untuk menentukan lokasi dari mana produk masuk dan keluar dari fasilitas, yang disebut *Pick-up and Drop-off* (P ​​/ D) Poin. Meskipun produk berpotensi ditempatkan di berbagai tempat, beberapa *desainer* membatasi kemungkinan posisi produk untuk mengurangi kompleksitasnya. Tujuannya adalah untuk menentukan tata letak untuk setiap periode pada saat perencanaan, dengan meminimalkan jumlah biaya penanganan material untuk semua periode, dan jumlah biaya penataan ulang antara periode waktu. Biaya penataan ulang harus diperhatikan saat fasilitas perlu dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain.

**2.1.5 Metode dan Teknik Perencanaan Tata Letak Fasilitas**

Untuk mendapatkan tingkat produktivitas yang kompetitif dalam sistem manufaktur, diperlukan pengaturan mesin atau departemen yang efisien serta struktur jalur dan informasi yang tepat. Dengan mendefinisikan struktur dan arus aliran material pada sistem produksi, tata letak akan menentukan kinerja operasionalnya dalam rentang waktu jangka panjang. Namun, berbagai metode dan teknik perencanaan tata letak fasilitas terus dikembangkan untuk mendapatkan tata letak optimal pada tingkat yang lebih rinci.

1. Metode Pengambilan Keputusan dengan Multiple Atribut

Masalah desain tata letak merupakan isu strategis dan memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi suatu sistem manufaktur. Studi yang berkembang saat ini yaitu mengeksplorasi penggunaan Metode Pengambilan Keputusan dengan Multiple Atribut (MADM) dalam memecahkan masalah desain tata letak. Metode yang digunakan dalam memecahkan masalah desain pabrik diantaranya : *Technique for order preference by similarity to ideal solution* (TOPSIS). Masalah MADM dapat diungkapkan secara ringkas dalam format matriks, di mana kolom menunjukkan atribut yang dipertimbangkan dalam masalah tertentu; dimana baris daftar alternatif saling beradu.

Secara khusus, masalah MADM dapat didefinisikan dengan m alternatif (A1, A2, y, Am) yang dievaluasi oleh n atribut (C1, C2, y, Cn) yang dapat dilihat sebagai sistem geometrik dengan points m, di ruang dimensi n. Elemen xij matriks menunjukkan nilai kinerja dari alternatif ke i, dan Ai ; berhubungan dengan atribut ke j, dan Cj.

(Taho Yang, Chih-Ching Hung, 2007), mengembangkan TOPSIS berdasarkan konsep bahwa alternatif yang dipilih harus memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Istilah yang digunakan dalam penelitian ini didefinisikan secara singkat sebagai berikut:

* Atribut: Atribut (Cj, j = 1, 2, y, n) harus menyediakan sarana untuk mengevaluasi tingkat tujuan. Setiap Alternatif dapat dicirikan oleh sejumlah atribut.  
  - Alternatif: Ini identik dengan 'option' atau 'kandidat'. Alternatif (Ai, i ¼ 1, y, m) saling berhubungan eksklusif satu sama lain.
* Tambahan bobot: Nilai bobot (wj) mewakili kepentingan relatif masing-masing atribut terhadap atribut lainnya. W = {wj | j = 1, 2, y, n}.
* Normalisasi: Normalisasi berusaha untuk mendapatkan skala yang sebanding, yang memungkinkan perbandingan atribut. Pendekatan normalisasi vektor membagi rating masing-masing atribut dengan normalnya untuk menghitung nilai normal xij.

Dengan persyaratan di atas, prosedur TOPSIS dapat didefinisikan sebagai berikut:

Langkah 1: Hitung nilai normalisasi untuk setiap elemen dalam matriks keputusan.  
Langkah 2: Hitung nilai normalisasi tertimbang. Nilai normalisasi tertimbang vij dihitung dengan persamaan (3).

Vij = wj rij; I = 1; . . . M; J = 1; . . . . N. (3)

Langkah 3: Identifikasi ideal positif (A \*) dan ideal negatif (A\_). Hasil perhitungan A\* dan A\_ didefinisikan dalam bentuk bobot nilai yang dinormalisasi.

1. Metode Perancangan Jalur Transportasi

Metode ini memperkenalkan pendekatan terpadu yang memungkinkan perencanaan tata letak yang lebih rinci dengan menentukan secara simultan pengaturan mesin dan jalur transportasi (Bock, 2007). Fasilitas yang harus diatur serta tata letak keseluruhan mungkin memiliki bentuk dan ukuran yang tidak beraturan. Dengan menetapkan atribut tertentu ke sub areas tata letak tertentu, penghalang yang bergantung pada aplikasi dalam tata letaknya dapat dilakukan tergabung. Ini memperkenalkan model tata letak matematis baru dan mengembangkan beberapa prosedur perbaikan. Analisis dari percobaan komputasi menunjukkan bahwa metode heuristik yang lebih rumit dengan menggunakan variabel lingkungan dapat menghasilkan tata letak dengan konfigurasi yang menjanjikan. Definisi matematis dari model tata letak baru ini menyediakan gabungan susunan mesin dan penentuan aliran material. Agar lebih mudah dipahami, definisi ini dimulai dengan definisi dari Parameter, diikuti dengan pengenalan variabel yang akan ditentukan, setelah itu batasan dan fungsi objektifnya ditentukan. Parameter berikut digunakan dalam model matematisnya :

• N-Jumlah mesin atau mesin / departemen yang berada atau dialokasikan kembali dalam tata letak.

• X-Jumlah unit-elemen dalam bidang horizontal, X mendefinisikan jumlah elemen unit yang ada pada arah horizontal, yang diberi nomor dari 1 sampai X.

• Y-Jumlah unit-elemen dalam bidang vertikal, Y mendefinisikan jumlah elemen unit yang ada pada arah vertikal, diberi nomor dari 1 sampai Y.

Untuk memberikan jarak fisik yang seragam antara pusat-pusat elemen unit yang berdekatan dalam tata letak, lingkungan persegi panjang, dimana : elemen unit (x, y) 2 {1,. . . , X} · {1,. . . , Y} berdekatan dengan (x0, y0) 2 {1,. . . , X} · {1,. . . , Y} jika dan hanya jika salah satu dari batasan berikut terpenuhi : (i) x = x0 \_ 1 dan y = y0, (ii) x = x0 + 1 dan y = y0, (iii) x = x0 dan y = y0 \_ 1, Atau (iv) x = x0 dan y = y0 + 1.

Sebagai tambahan, satu set E dari elemen unit dinotasikan sebagai bersebelahan, jika dan hanya jika untuk setiap pasangan e1, e2 2 E ada urutan t (P2) Elemen-elemen unit (e1, e2, ..., et) 2 Et memenuhi batasan berikut: (i) "i 2 {1, ..., t \_ 1}: ei dan ei + 1 bersebelahan, (ii) E1 = e1, Dan (iii) et = e2.

• C-Jumlah kondisi, C adalah jumlah kondisi tergantung aplikasi yang telah ditentukan yang dipenuhi oleh koordinat yang ditentukan dalam tata letak yang dimaksud atau dibutuhkan mesin untuk dialokasikan. Kondisi ini diberi nomor dalam urutan yang telah ditentukan dari 1 sampai C.

• Fn (1 6 n 6 N) -Nomor elemen unit yang termasuk ke dalam mesin ke-n.  
• x, y (1 6 x 6 X; 1 6 y 6 Y) - Konstanta udara yang menentukan apakah elemen unit dengan koordinat (x, y) dibatasi Elemen. Unsur yang dibatasi tidak dapat digunakan/dimanfaatkan oleh mesin atau jalur transportasi. Unsur-unsur yang dibatasi dapat ditafsirkan, misalnya, dinding, tangga atau rintangan lainnya. Perhatikan, bahwa pengenalan elemen terbatas memungkinkan pemetaan tata letak yang tepat, tidak selalu persegi panjang. Dalam hal ini X dan Y ditentukan oleh panjang sisi penutup segi empat minimum. Hal ini dapat menyebabkan beberapa unsur dibatasi.

1. Teknik Perencanaan Tata Letak Sistematik (SLP)

Dalam teknik ini data dikumpulkan dan jumlah alat / peralatan untuk pembuatan dihitung dari sisi arah bahan baku dan produk. Bagan proses operasi, *flow of material* dan *activity relationship chart* telah digunakan di Indonesia (Wiyaratn, 2010). Permasalahan tata letak ditentukan dan dianalisis melalui metode SLP untuk merencanakan hubungan antara peralatan dan area. Berdasarkan data seperti produk, jumlah, rute, dukungan, waktu dan hubungan antara aliran material dari grafik *chart to chart* dan *activity relationship* ditampilkan. Dari aliran material dan *activity relationship* dalam hubungan antara masing-masing unit operasi dapat diamati. Kemudian hasilnya digambar melalui perbandingan antara proses manufaktur yang ada dan metode yang diusulkan.

1. Simulasi

Ada banyak teknik untuk merancang tata letak pabrik industri. Yang paling populer adalah CRAFT (*Computerized Relative Allocation Facilities Technique*). Namun, hasil dari CRAFT terbatas. Hasil desain hanya menunjukkan jumlah minimum biaya *transfer* antar departemen. Sehingga perlu ditambahkan teknik simulasi pada desain tata letak pabrik untuk menunjukkan lebih banyak informasi tentang desain seperti total waktu di sistem, waktu tunggu, dan utilisasi. Perhitungan simulasi didasarkan pada persamaan berikut:  
Minimalkan C = Σi = 1 sd n Σj = 1 sampai n f cij dij ............ .. (1)

Dimana :

C: Total Biaya *Transfer*

Fij: *Transfer Rate* dari i ke j

Cij: Biaya *Transfer* dari i Untuk j

Dij: Jarak dari i ke j (dari titik *center*)

Jika jarak antar departemen adalah bujursangkar, maka dij dihitung berdasarkan Persamaan (2).

Dij = Δx + Δy ......... .. (2)

Jika jarak antar departemen adalah hubungan antara jarak dan sudut yang diterpakan pada 2 dimensi atau 3 dimensi (Euclidea), maka dij dihitung berdasarkan Persamaan (3).  
Dij = √ (Δx) 2 + (Δy) 2 ...... .. (3)

Untuk menghitung jarak antar departemen, titik center masing-masing departemen dihitung dengan menggunakan persamaan (4) dan (5).

X = 1 / A∫ ∫ xdxdy = 1 / (2A) (X2 - X1 × Y2 - Y1) ............... (4)

Y = 1 / A ∫ ∫ ydydx = 1 / (2A) (Y2 - Y1 × X2 - X1) ............ .. (5)

Berdasarkan perhitungan ini, desain hasil hanya akan menunjukkan biaya perpindahan material antar departemen. Hasil desain yang bagus berarti desain yang mampu mengurangi biaya transfer/perpindahan material.

**2.1.6 Rancangan Alternatif Tata Letak**

Diagram hubungan ruangan merupakan dasar dalam pembuatan rancangan alternative tata letak dengan mempertimbangkan modifikasi dan batasan praktis. Untuk membuat rancangan tata letak dapat dibuat suatu *block layout* yang merupakan diagram blok dengan skala tertentu dan merupakan representasi dari bangunan. *Block layout* menggambarkan batasan-batasn ruang dengan adanya dinding-dinding yang memisahkan antara blok satu dengan blok lainnya. Pada gambar berikut adalah contoh suatu *block layout* yang didasarkan atas diagram hubungan ruangan yang telah dibuat sebelumnya.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 5 |  |
| 1 |  |  |  |
|  | 2 | 3 |  |  |
|  |  |  |
|  | 6 | | 9 | |
| 4 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | 7 |  | 8 | |
|  |  |  |  |  |

Gambar 2.1 *Block Layout*

Sumber : Purnomo, 2004

Langkah selanjutnya adalah perancangan detail layout berdasarkan *block layout* yag telah dibuat. Analisis yang digunakan untuk merancang detail *layout* pada dasarnya mengikuti langkah-langkah seperti halnya pada proses perancangan tata letak secara menyeluruh atau *overall layout*. Perbedaannya adalah bahwa detail *layout* digunakan sebagai pengatur mesin atau fasilitas kerja yang ditempatkan pada blok-blok yang ada, dan di dalam detail *layout* ini *desainer* sangat berkepentingan untuk mengetahui hubungan diantara stasiun kerja yang terdapat pada blok tersebut. Sedangkan perancangan *overall layout* adalah pengaturan suatu blok terhadap blok lainnya dan dari *overall layout* dapat menggambarkan aliran material anatara blok /depertemen satu dengan lainnya. Yang perlu diperhatikan dalam proses perancangan tata letak ini, baik detail *layout* maupun *overall layout* adalah bahwa rancangan harus bersifat fleksibel untuk mengakomodasikan perubahan yang nantinya bisa terjadi baik pada rancangan produk, rancangan proses maupun rancangan jadwal.

Pada dasarnya detail *layout* dirancang dengan tidak meninggalkan konsep *material handling*. Aktivitas yang menyangkut pemilihan metode dan peralatan yang digunakan dalam penanganan material merupakan suatu aktivitas yang tidak terpisahkan dengan aktivitas perancangan tata letak. Atau dengan kata lain aktivitas dalam penanganan material merupakan bagian integral dari perancangan tata letak, dan semua itu dialkukan agar proses perancangan dapat berlangsung secara efisien.

Terdapat tiga metode yang digunakan untuk mempresentasikan tata letak yang dirancang yaitu :

1. gambar atau sketsa,
2. model dua dimensi (*template*), dan
3. model tiga dimensi.

Metode gambar atau sketsa merupakan metode yang cukup menguntungkan karena mudah dan murah untuk dibuat. Untuk mempermudah pembuatannya biasanya digunakan kertas grafik berskala dan penggunaan warna-warna untuk menunjukan fasilitas-fasilitas yang berbeda.

Untuk mendapatkan alternative-alternatif tata letak yang lebih banyak, saat ini sering digunakan model dua dimensi atau biasa disebut *template*. *Template* merupakan representasi dalam bentuk dua dimensi dari suatui objek fisik yang berupa mesin, peralatan *material handling*, manusia dan fasilitas kerja lainnya yang dibuat untuk untuk keperluan tata letak. *Template* mempunyai sifat lebih fleksibel sehingga memberikan kemudahan di dalam melakukan perubahan-perubahan tata letak yang direncanakan. Fleksibilitas *template* ini akan memberikan banyak alternatif-alternatif tata letak yang dirancang.

Selain model dua dimensi (*template*) terdapat model lain yang lebih baik dalam mempresentasikan suatu objek fisik yang digunakan dalam perancangan tata letak, yaitu model tiga dimensi. Model dengan tiga dimensi akan memudahkan untuk menganalisis tata letak yang dirancang. Dibandingkan dengan gambar, model dua dimensi dan tiga dimensi membutuhkan biaya yang lebih besar karena bisa digunakan untuk bermacam-macam proyek perancangan tata letak.

**2.1.7 Tata Letak Fasilitas berdasarkan Fungsi Atau Macam Proses (*Functional/Process Layout*)**

Tata letak berdasarkan macam proses sering dikenal dengan *process* atau *functional layout* yaitu dimana metode pengaturan dan penempatan dari segala jenis mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe/jenis sama kedalam satu departemen. Sebagai contoh dalam suatu industri *manufacturing* : semua proses *stamping* dikerjakan dalam proses departemen *stamping*. Mesin frais diletakan dalam lokasi yang sama yaitu *milling department*, proses pengelasan dilaksanakan dalam *welding department*, dan lain-lain. Dalam tata letak menurut macam proses, semua mesin dan peralatan yang mempunyai ciri-ciri operasi yang sama akan dikelompokan bersama sesuai dengan proses atau fungsi kerjanya. Gambar berikut merupakan contoh dari suatu proses industri manufakturing yang layoutnya diatur dalam aliran proses.



Gambar 2.2 Process layout

Sumber : Wignosoebroto, 2003

**2.2** ***Mold and Dies***

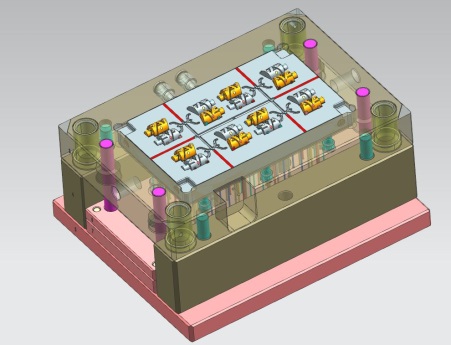
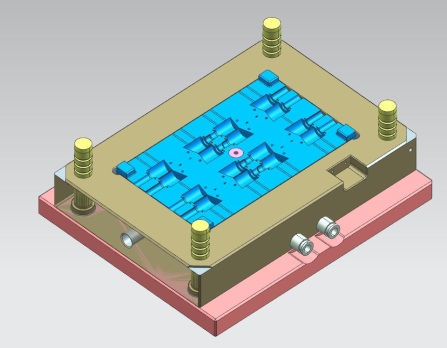
*Mold* (cetakan) adalah rongga tempat material meleleh (plastik atau logam) untuk dibentuk sesuai keinginan. Mold terdiri dari beberapa bagian seperti pada molding injection terdiri dua bagian yaitu pelat bergerak/*moveable plate* dan pelat diam/ *stationary plate*. (Rees & Herbert, 1995) Beberapa jenis molding plastik yang banyak digunakan diantaranya :

* *Injection molding*
* *Compression molding*
* *Transfer molding*
* *Extrusion molding*
* *Blow molding*
* *Rotational molding*

Bagian-bagian dari mold yaitu diantaranya :

1. *Top Clampling Plate* yang berfungsi untuk mengikat molding pada saat di pasang pada mesin injeksi plastik bagian atas/depan (*stationary plate* / bagian yang tidak bergerak).
2. *Cavity Plate* (*stationary plate*) berfungsi untuk menempatkan bagian cavity.
3. *Core Plate* (*moveable plate*) berfungsi untuk menempatkan bagian core.
4. *Spacer Plate*, berfungsi untuk memberi jarak antara c*ore plate / support plate* dan disetting sedemikian rupa untuk mengeluarkan produk.
5. *Ejector Plate*, berfungsi untuk menempatkan *ejector pin*, *angular core / lifter*.
6. *Ejector Retainer Plate*, berfungsi untuk pengikat untuk *ejertor plate*.
7. *Bottom Clamping Plate*, berfungsi untuk mengikat molding pada saat di pasang pada mesin injeksi plastik (*moveable plate* / bagian yang bergerak).
8. *Stipper Plate*, berfungsi untuk membantu penempatan *cavity/core* pada desain molding tertentu.
9. *Runner Stripper Plate*, berfungsi untuk menempatkan *runner* pada design dengan sistem *pinpoint gate*.
10. *Guide Bush*, berfungsi untuk jalur *Guide Pin*, Guide bush dan guide pin memiliki sifat material yang lebih keras daripada *moldbase* agar bertahan lama.
11. *Guide Pin*, berfungsi untuk mengarahkan pada saat penyatuan antara *cavity plate* dan *core plate*.
12. *Support Pin*, berfungsi untuk pengganti guide pin pada struktur moldbase tipe F.G & sebagai support / pembantu pada struktur moldbase tipe D.E.
13. *Return Pin*, berfungsi untuk membantu mengarahkan *ejector pin plate* agar bergerak tegak lurus. Material *return pin* memiliki sifat material yang lebih keras daripada moldbase agar bertahan lama.

Pada gambar berikut ini ditampilkan mold plastik



Gambar 2.3 Mold plastik

Sumber : BBLM

**2.3 Sistem Fuzzy**

Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan Boolean dengan tingkat kebenaran.

Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan. Logika fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

Fuzzy mungkin merupakan suatu kata yang agak asing bagi kita. Dalam terjemahan menurut kosa katanya fuzzy berari kabur. Logika berarti penalaran. Jika digabungkan menjadi satu kalimat berarti Penalaran Yang Kabur. Benarkah demikian? Mengapa penalaran yang kabur justru perlu untuk dipelajari?

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Skema logika fuzzy adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Contoh pemetaan input – output

Sumber : Aplikasi Logika Fuzzy, Sri Kusumadewi & Hari Purnomo, 2013

Ada beberapa cara atau metode yang mampu bekerja di kotak hitam tersebut, seperti sistem fuzzy, jaringan syaraf tiruan, sistem linier, sistem pakar, persamaan diferensial, dan sebagainya. Namun menurut Prof. Lotfi A. Zadeh seorang profesor dari Universitas California, Berkeley, yang adalah penemu Logika fuzzy pada tahun 1960-an menyatakan bahwa setiap kasus dapat saja diselesaikan tanpa menggunakan logika fuzzy, tetapi pemanfaatan logika fuzzy akan mempercepat dan mempermudah hasil dalam setiap kasus.

Tingkat '*True*' atau '*False*' nilai dalam logika fuzzy tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy memiliki derajat

keanggotaan rentang antara 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital konvensional yang hanya memiliki dua keanggotaan 0 atau 1 saja pada satu waktu. Logika fuzzy sering digunakan untuk mengekspresikan suatu nilai yang diterjemahkan dalam bahasa (linguistik), semisal untuk mengekspresikan suhu dalam ruangan apakah ruangan tersebut 'dingin', 'hangat', atau 'panas'. Penggunaan variable linguistik tersebut bersifat subjektif, dapat berbeda bagi masing-masing orang. Misalkan saja bagi seseorang suhu 23 derajat Celsius sudah dianggap 'dingin', namun bagi orang lain suhu tersebut sudah dianggap 'hangat'. Pada kasus tersebut logika fuzzy memungkinkan komputasi berdasarkan derajat keanggotaan yang lebih dari satu, yakni seberapa suhu 23 derajat celsius itu termasuk kategori himpunan 'dingin', 'hangat', dan 'panas'. Contoh lainnya dapat pula untuk mengekspresikan kriteria usia seseorang semisal 'anak-anak', 'remaja', 'dewasa', dan 'tua lanjut usia'.

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input dalam suatu ruang output dan memiliki nilai yang berlanjut. Kelebihan dari logika fuzzy terletak pada kemampuan penalaran secara bahasa.

Pada logika crisp, fungsi keanggotaan menyatakan keanggotaan entitas pada suatu himpunan. Fungsi keanggotaan χA(x) bernilai ‘true’ (1) jika x merupakan anggota dari himpunan A, dan akan bernilai ‘false’ (0) jika x bukan anggota dari himpunan A. Berikut ini notasi matematikanya.

χA : x{0,1}

Sementara pada logika fuzzy, nilai dari fungsi keanggotaan ini berada dalam interval 0.0 sampai 1.0, dengan notasi matematika sebagai berikut.

μA : x [0,1]

Fungsi keanggotaan μA(x) akan bernilai ‘true’ (1) jika x merupakan anggota penuh dari himpunan A, dan akan bernilai ‘false’ (0) jika x bukan merupakan

anggota dari himpunan A. Sementara bila derajat keanggotaan berada dalam selang (0,1), misalnya μA(x) = μ, menyatakan x sebagian anggota himpunan A dengan derajat keanggotaan sebesar μ.

**2.3.1 Himpunan Fuzzy**

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami himpunan fuzzy (Susilo, 2003), yaitu: Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: permintaan, persediaan, produksi.

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variable fuzzy. Himpunan fuzzy memiliki dua atribut, yaitu (Sri Kusumadewi, 2013):

a) Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Contoh: muda, parobaya, tua.

b) Numeris, yaitu suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contoh: 3, 4, 17.

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Contoh: semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: X= [0,100]

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Contoh domain himpunan fuzzy untuk semesta X=[0, 120].

Operasi himpunan fuzzy digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α-cut. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Prof. Zadeh, yaitu: AND, OR, dan NOT.

1. Operator AND

Operator AND (*intersection*) berhubungan dengan operasi irisan pada himpunan. Intersection dari 2 himpunan adalah minimum dari tiap pasangan elemen pada kedua himpunan. Contoh: (A∩B)(x) = min[A(x), B(x)].

1. Operator OR

Operasi OR (union) berhubungan dengan operasi gabungan pada himpunan. Union dari 2 himpunan adalah maksimum dari tiap pasang elemen pada kedua himpunan. Contoh: (AUB)(x) = max[A(x), B(x)].

1. Operator NOT

Operasi NOT berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. Komplemen himpunan fuzzy A diberi tanda Ac (NOT A) dan didefinisikan sebagai: Ac (x) = 1 – A(x). Derajat keanggotaannya adalah μAc (x) = 1 - μA(x).

**2.3.2 Fungsi Keanggotaan**

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Salah satu cara yang digunakan untuk menggambarkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang digunakan yaitu :

A. Representasi Linier

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada dua representasi linier, yaitu:

1. Representasi linear naik, yaitu kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Representasi linier naik dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



Gambar 2.5 Fungsi Representasi Linier Naik

1. Representasi linear turun, yaitu garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Representasi linier turun dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.6 Fungsi Representasi Linier Turun

B. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga adalah gabungan antara representasi linear naik dan representasi linear turun. Representasi kurva segitiga dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.7 Fungsi Representasi Kurva Segitiga

**2.3.3 Preposisi Fuzzy dan Fungsi Implikasi**

Sebuah kalimat logika A → B, simbol A disebut preposisi dan A(x) adalah sebuah preposisi mengenai x. Bentuk sederhana dari preposisifuzzy adalah p: V is G dimana p adalah sebuah preposisi, V adalah domain dan G adalah fuzzy set. Misal V diganti mengganti himpunan usia N100={1,2,3,4,5,…100} dan G adalah bentuk linguistik seperti “muda” yang dimodelkan dengan himpunan fuzzy didefinisikan untuk himpunan usia, sehingga dapat dibuat kalimat "Adi is muda". Sebagai sebuah preposisi, kalimat tersebut dibaca "usia (Adi) is muda".

Bentuk umum dari aturan yang digunakan untuk fungsi implikasi adalah if x is A then y is B, dengan x dan y sebagai skalar, sedangkan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang terletak setelah if disebut antiseden, dan proposisi yang terletak setelah then disebut konsekuen. Secara umum ada dua fungsi implikasi yang digunakan dalam operrasi fuzzy, yaitu:

1. Min (minimum). Fungsi ini memotong output himpunan fuzzy.
2. Dot (product). Fungsi ini menskala output himpunan fuzzy.

**2.3.4 Sistem Inferensi Fuzzy**

Sistem inferensi fuzzy yaitu sistem komputasi yang bekerja atas dasar prinsip penalaran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy digunakan untuk memetakan nilai input menjadi nilai output menggunakan logika fuzzy. Sistem inferensi fuzzy dewasa ini banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti sistem pendukung keputusan, penentuan produksi barang, pengenalan pola. Sistem inferensi fuzzy terdiri dari empat unit, yaitu:

1. Fuzzifikasi adalah proses perubahan variabel numerik menjadi variabel linguistik. Fungsi fuzzifikasi digunakan untuk mengubah nilai tegas, misal a∈B, ke suatu himpunan fuzzy C dengan nilai keanggotaan a. Fuzzifikasi diharapkan dapat membantu menyederhanakan komputasi yang harus dilakukan oleh sistem tersebut dalam proses inferensinya.
2. Penalaran logika fuzzy adalah suatu cara penarikan kesimpulan berdasarkan seperangkat implikasi fuzzy dan suatu fakta yang diketahui. Salah satu aturan penalaran yang paling sering dipergunakan adalah modus ponen, yang didasarkan pada tautologi:(p ^ ( p=>q))=>q. Bentuk penalaran modus ponen adalah sebagai berikut : Premis 1x adalah A, Premis 2. Bila x adalah A, maka y adalah B.Kesimpulan y adalah B. Proses penarikan kesimpulan diatas terdiri dari sebuah proposisi tunggal sebagai fakta yang diketahui (premis 1), sebuah proposisi majemuk berbentuk implikasi, yang merupakan suatu kaidah atau aturanyang berlaku (premis 2) dan kesimpulan yang ditarik berdasarkan kedua proposisi tersebut.
3. Basis pengetahuan memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan fuzzyyang terkait dengan nilai dari variabel-variabel linguistik yang dipakai dan aturan-aturan berupa implikasi fuzzy.
4. Defuzzifikasi digunakan menerjemahkan himpunan nilai keluaran kedalam nilai yang tegas. Ada beberapa metode defuzzifikasi dalam pemodelan sistem fuzzy, yaitu :

* Metode *Centroid*. Pada metode ini, solusi nilai tegas diperoleh dengan mengambil titik pusat (z\*) daerah fuzzy.
* Metode Bisektor. Pada metode ini, solusi nilai tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy.
* Metode *Mean of Maximum* (MOM). Pada metode ini solusi nilai tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
* Metode *Largest of Maximum* (LOM). Pada metode ini, solusi nilai tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
* Metode *Smallest of Maximum* (SOM). Pada metode ini, solusi nilai tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai kanggotaan maksimum.

**2.3.5 Kelebihan dan Kekurangan Logika Fuzzy**

Kelebihan Logika Fuzzy yaitu :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika Fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika Fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika Fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Kekurangan Logika Fuzzy yaitu :

Selain kelebihan yang telah dijelaskan di atas, logika Fuzzy juga memiliki kekurangan. Dalam mendesain logika fuzzy, sering ditemukan kesulitan dalam menentukan preferensi atau parameter agar output yang dihasilkan akurat, yaitu:

1. Penentuan model *inference* harus tepat, Mamdani biasanya cocok untuk masalah intuitive para pakar sedangkan sugeno untuk permasalahan yang menangani kontrol
2. Jumlah nilai linguistik untuk setiap variable, kita harus merubah nilai crisp menjadi nilai linguisik. Jumlah dari nilai linguistik yang digunakan harus sesuai dengan permasalahan yang akan kita selesaikan.
3. Batas-batas nilai linguistik akan sangat berpengaruh pada akurasi logika fuzzy.
4. Pemilihan fungsi keanggotaan harus sesuai dengan kondisi kriteria dari variable yang ditentukan.
5. Penentuan *fuzzy rule* yang tepat.
   * 1. **Lokasi Fasilitas Menggunakan *Fuzzy Subtractive Clustering***

*Fuzzy Subtractive clustering* didasarkan atas ukuran *densitas* (potensi) titik-titik data dalam suatu ruang (*variable*). Konsep dasar dari *subtractive clustering* adalah menentukan daerah-daerah ke dalam suatu variable yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik di sekitarnya. Titik dengan jumlah tetangga terbanyak akan dipilih sebagi pusat *cluster*. Titik yang sudah terpilih sebagai pusat *cluster* ini kemudian akan dikurangi *densitas*-nya. Kemudian algoritma akan memilih titik lain yang memiliki tetangga terbanyak untuk dijadikan pusat *cluster* yang lain. Hal ini akan dilakukan berulang-ulang hingga semua titik diuji.

Apabila terdapat n buah data: X1, X2, …, Xn dan dengan menganggap bahwa data-data tersebut sudah dalam keadaan normal, yaitu dilakukannya proses penjabaran data sebelum masuk perhitungan berikutnya, maka densitas titik Xk dapat dihitung sebagai berikut :

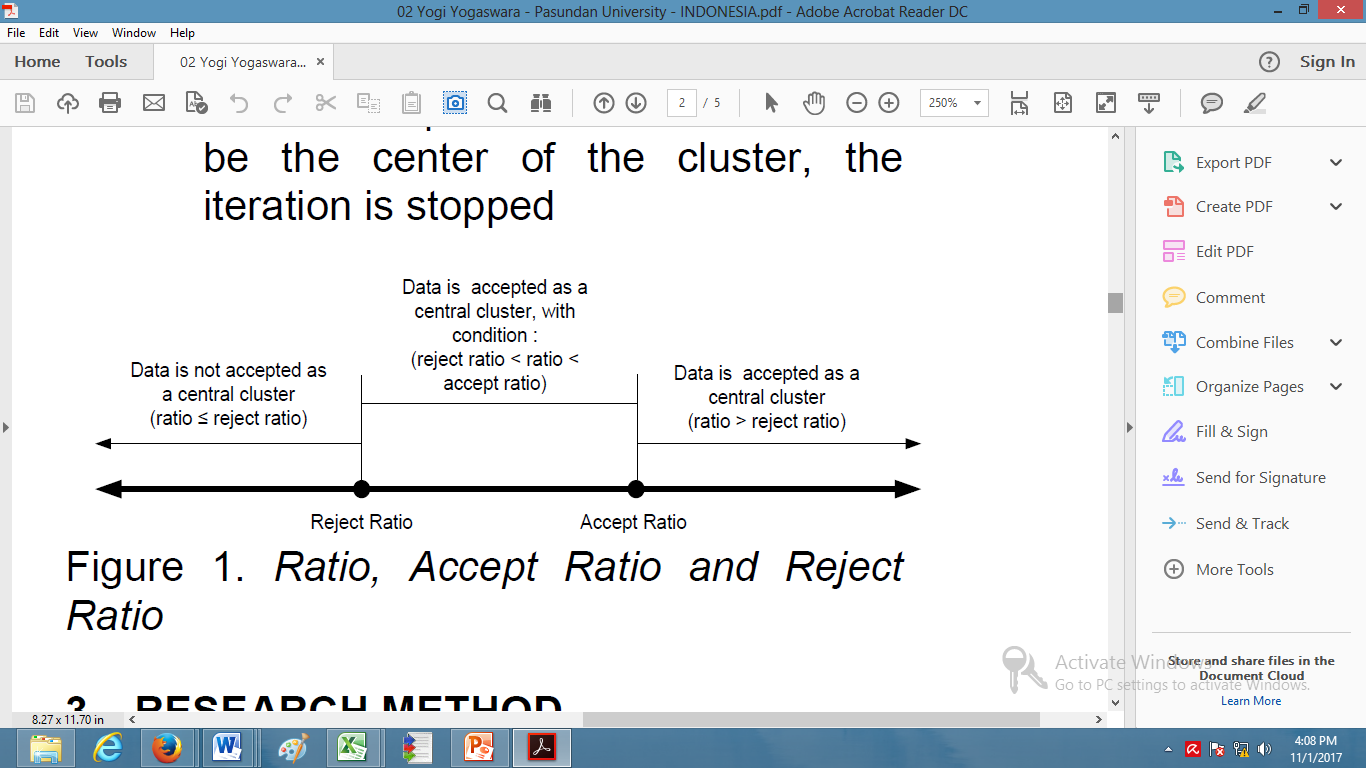
Dengan adalah jarak antara Xk dengan Xj, dan r adalah konstanta positif yang kemudian akan dikenal dengan nama jari-jari dari setiap atribut data, berupa vector yang diperoleh dari jarak antara lokasi yag akan menentukan seberapa besar pengaruh pusat *cluster* pada tiap-tiap variabel. Dengan demikian, suatu titik data akan memiliki *densitas* yang besar jika dia memiliki banyak tetangga dekat.

Setelah menghitung *densitas* tiap-tiap titik, maka titik dengan densitas yang tertinggi akan dipilih sebagai pusat *cluster*. Misalkan *Xcl*adalah titik yang terpilih sebagai pusat *cluster*, sedangkan *Dcl* adalah ukuran *densitas*-nya. Selanjutnya *densitas* dari titik-titik disekitarnya akan dikurangi menjadi :

Dengan *rb = rj* adalah konstanta positif. Hal ini berarti bahwa titik-titik yang berada pada pusat *cluster* *Ucl* akan mengalami pengurangan *densitas* besar-besaran. Hal ini akan berakibat titik tersebut akan sangat sulit untuk menjadi pusat *cluster* berikutnya. Nilai *rb* menunjukan suatu lingkungan yang mengakibatkan titik-titik berkurang ukuran *densitas-*nya. Biasanya *rb* bernilai lebih besar dibanding dengan r, *rb =q\* ra* ; dimana *ra* merupakan jari-jari atribut awal (biasanya *squash factor* (q) = 1,5).

Setelah *densitas* setiap titik diperbaiki, maka selanjutnya akan dicari pusat *cluster* kedua yaitu *Xcl2*. Setelah *Xcl2* didapat, ukuran densitas setiap titik data akan diperbaiki kembali, kemudian selanjutnya akan dilakukan proses penghitungan seperti pada langkah awal sampai tidak ada lagi kandidat yang menjadi pusat *cluster*.

Pada implementasinya bisa digunakan 2 pecahan sebagai factor pembanding yaitu *Accept ratio* dan *Reject ratio*. Baik *accept ratio* ataupun *reject ratio* keduanya merupakan suatu bilangan pecahan yang bernilai 0 sampai 1. *Accept ratio* merupakan batas bawah dimana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat *cluster* diperbolehkan untuk menjadi pusat *cluster*. Sedangkan *reject ratio* merupakan batas atas dimana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat *cluster* tidak diperbolehkan menjadi pusat *cluster*. Pada suatu iterasi, apabila telah ditemukan suatu titik data dengan potensi tertinggi (misal *Xk*dengan potensi *Dk*), kemudian dilanjutkan dengan mencari rasio potensi titik data tersebut dengan potensi tertinggi suatu titik data pada awal iterasi ( misal : *Xh* dengan potensi *Dh*), hasil bagi antara *Dk* dengan *Dh* ini kemudian disebut dengan rasio (*ratio = Dk / Dh*). Ada 3 kondisi yang bisa terjadi dalam suatu iterasi yang ditunjukan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 Rasio, *Accept ratio* dan *reject ratio*

Sumber : Purnomo, 2004

* Apabila rasio > *accept ratio*, maka titik data tersebut diterima sebagai pusat *cluster* baru.
* Apabila *reject ratio* < rasio < *accept ratio* maka titik data tersebut baru akan dietrima sebagai pusat cluster baru hanya jika titik data tersebut terletak pada jarak yang cukup jauh dengan pusat *cluster* yang lainnya (hasil penjumlahan antar rasio dengan jarak terpanjang titik data tersebut dengan pusat cluster lainnya yang telah ada >=1). Apabila hasil penjumlahan antara rasio dengan jarak terpanjang titik data tersebut dengan pusat *cluster* lainnya yang telah ada < 1, maka selain titik data tersebut tidak akan diterima sebagai pusat *cluster*, dia tidak akan dipertimbangkan lagi sebagai pusat *cluster* baru (potensinya diset sama dengan nol).
* Apabila rasio <= *reject ratio*, maka sudah tidak ada lagi titik data yang dipertimbangkan untuk menjadi pusat *cluster*, iterasi dihentikan (Purnomo, 2004).

**2.4 Penelitian Terdahulu Terkait Topik Penelitian**

Penelitian tentang Relayout Fasilitas *Mold & Dies Center* Dengan Metode Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* dilihat dari sisi pandang penelitian sejenis yang pernah dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Matrik posisi penelitian dengan penelitian terdahulu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Peneliti** | **Metode** | **Parameter** | **Hasil** |
| 1 | Taho Yang, 2007. *Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem.* | * Metode MADM * Fuzzy TOPSIS | * Preferensi pesanan dengan kesamaan * Preferensi pesanan dengan solusi ideal | Di saat penilaian kinerja yang tidak jelas dan tidak tepat, maka penggunaan TOPSIS fuzzy adalah metode solusi yang dianggap paling tepat. |
| 2 | Amine Drira dan Henri Pierreval, 2007, *Facility layout problems: A survey* | Metode simulasiuntuk mengukur manfaat dan kinerja tata letak | * Biaya produksi * Proses kerja * Lead time * Produktivitas | Penempatan fasilitas yang baik akan berkontribusi terhadap efisiensi operasi secara keseluruhan dan dapat mengurangi sampai 50% dari total biaya operasional |
| 3 | Stefan Bock dan Kai Hoberg, 2007, *Detailed Layout Planning For Irregularly-Shaped Machines With Transportation Path Design.* | Metode terpadu systematic layout planning | Pengaturan desain layout mesin dan jalur transportasi material pada lokasi yang bentuk dan ukuran tidak beraturan | Tingkat produktivitas yang kompetitif dalam sistem manufaktur, dengan mendefinisikan struktur dasar sistem produksi dan arus material |
| Lanjutan Tabel 2.1. Matrik posisi penelitian dengan penelitian terdahulu | | | | |
| 4 | Eida Nadirah Roslin dan Ong Gee Seang, 2008, *A Study on Facility Layout in Manufacturing Production Line Using WITNESS*. | Metode simulasi *WITNESS* | Tata letak fasilitas untuk jalur produksi kondisi awal | Model desain tata letak terbaik akan direkomendasikan untuk diimplementasikan pada jalur produksi di perusahaan manufaktur pelumas |
| 5 | W.Wiyaratn dan A. Watanapa, 2010, *Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity* | Metode *Systematic Layout Planning (SLP)* dengan melakukan perancangan tata letak pabrik baru dan dibandingkan dengan tata letak pabrik di kondisi *existing*. | Bagan proses operasi, arus material dan bagan hubungan aktivitas. | Metode SLP menunjukkan bahwa tata letak pabrik yang baru secara signifikan menurunkan jarak aliran material dari proses pemotongan billet sampai di gudang pada pabrik manufaktur pembuatan besi (*iron making*). |
| Lanjutan Tabel 2.1. Matrik posisi penelitian dengan penelitian terdahulu | | | | |
| 6 | R. Jayachitra dan P. S. S. Prasad, 2010, *Design and selection of facility layout using simulation and design of experiments.* | - Metode Fungsional Layout (FL) dan metode tata letak klasik (CL)  - Algoritma Genetika (GA) berbasis prosedur pembentukan intra sel  - Simulasi WITNESS 2006 | Analisis untuk mengidentifikasi kesesuaian tata letak tertentu yang dipengaruhi lingkungan dan sistem manufaktur tipikal. | Desain eksperimen (DOE) digunakan untuk merencanakan percobaan simulasi tata letak yang mendekati optimum. |
| 7 | Yogi Yogaswara, 2010, *Fuzzy Subtractive Clustering*  *For Determining Of The New Facilities Location* | Metode *fuzzy subtractive cluster* | Denah dan koordinat layout dari lokasi yang lama digunakan sebagai input untuk menentukan lokasi yang baru. | Penentuan lokasi fasilitas yang baru untuk kelancaran proses produksi pada sebuah perusahaan *spring bed* di Indonesia. |
| Lanjutan Tabel 2.1. Matrik posisi penelitian dengan penelitian terdahulu | | | | |
| 8 | Thanh Le, Tom Altman dan Katheleen J. Gardiner, 2012, *A fuzzy clustering method using Genetic Algorithm and*  *Fuzzy Subtractive Clustering* | Pendekatan Genetic algoritma dan *fuzzy subtractive clustering* | Partisi data fuzzy untuk *clustering* | Validasi data clustering yang diharapkan. Proses c*lustering* pada proses pengolahan data fuzzy merupakan hal yang krusial. |
| 9 | Annisa Widya Putri dan Iveline Anne Marie, 2015, Rancangan Perbaikan Tata Letak Gudang Barang Jadi  Produk *Stamping Parts* Pada PT. CSM Berdasarkan  Metode *Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm* | Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* | *Clustering* tipe *stamping parts* sesuai dengan kecenderungan keanggotaannya | Usulan perbaikan rancangan tata letak gudang produk jadi di PT CSM. |
| Lanjutan Tabel 2.1. Matrik posisi penelitian dengan penelitian terdahulu | | | | |
| 11 | Nur Muhamad Iskandar dan Igna Saffrina Fahin, 2016, Perancangan Tata Letak Fasilitas Ulang (Relayout) Untuk Produksi Truk Di Gedung *Commercial Vehicle* (CV) PT. Mercedes-Benz Indonesia | * *Activity Relationship Chart* (ARC) * *Activity Relationship Diagram* (ARD) | Total jarak perpindahan material pada proses produksi. | Minimasi ongkos biaya *material handling* pada proses produksi. |
| 12 | Sony Harbintoro, 2017, Pengelompokan Fasilitas *Mold & Dies Center* Dengan Metode Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* | Metode algoritma *fuzzy subtractive clustering*. | * Denah dan koordinat layout dari lokasi eksisting * Aliran perpindahan material | * Hasil pengelompokan fasilitas *mold & dies center* * Minimasi ongkos *material handling* pada proses produksi |