

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Gudang

Gudang merupakan bagian dari sistem logistik yang digunakan untuk menyimpan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*), antara titik sumber (*point-of-origin*) dan titik konsumen (*point-of-consumption*), dan menyediakan informasi tentang status, kondisi dan posisi dari produk yang disimpan (Lambert, 2001). Gudang menurut (Apple, 1990) dapat digambarkan sebagai sistem logistik yang berfungsi dalam penyimpanan produk atau *material (raw material, part, goods-in-process, finished goods)* yang memberikan informasi berupa status dan kondisi produk atau material yang tersimpan di gudang. Aktivitas yang ada di gudang biasanya berfokus pada aktivitas mencari (*search*), mengambil (*putaway*), menyiapkan dan menyerahkan barang (*order picking*). Aktivitas dasar yang ada di gudang (Apple, 1990) adalah sebagai berikut:

1. *Receiving (unloading)*

Receiving merupakan proses penerimaan barang datang sesuai dengan peraturan perusahaan atau gudang, yang didalamnya termasuk penempatan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*) di gudang atau bagian atau departemen yang memerlukan. Kegiatan *receiving* didalamnya juga terdapat aktivitas *unloading* yang merupakan aktivitas bongkar muat barang dari dalam truk menuju ke *staging area* untuk dilakukan pengecekan barang, apakah sudah sesuai, baik dari jumlah, kualitas, jenis barang, dan ukuran.

2. *Put away* merupakan aktivitas penempatan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*) ke gudang, termasuk didalamnya aktivitas *material handling*, verifikasi lokasi penempatan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*).

3. *Storage*

Storage merupakan tempat penyimpanan produk sementara (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*), yang menunggu untuk proses selanjutnya atau akan dikirimkan kepada bagian yang memerlukannya.

Metode penyimpanan dan cara penanganan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*) terbagi atas jenis ukuran, kualitas dan karakteristik produk.

4. *Order picking*

Kegiatan *order picking* merupakan kegiatan pemindahan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*) dari gudang untuk memenuhi permintaan dengan jumlah yang telah ditentukan konsumen.

5. *Shipping (loading)*

Kegiatan ini mencakup didalamnya adalah pengecekan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*), apakah sudah sesuai dengan dengan jumlah permintaan, jenis produk dan kualitasnya sesuai dengan permintaan konsumen. Kegiatan *loading* adalah menaikkan produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*) ke truk yang telah melalui pengecekan, kemudian akan dikirimkan sesuai dengan tujuan konsumen masing-masing.

6. *Prepackaging*

Kegiatan *prepackaging* merupakan kegiatan yang dilakukan jika produk yang diterima dalam satuan *bulk* besar yang disimpan, perusahaan menginginkan kemasan yang lebih kecil agar sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

2.1.1 Tujuan Gudang dan Fungsi Gudang

Menurut (Purnomo, 2004) gudang memiliki tujuan sebagai tempat penyimpanan, serta fungsi dari pergudangan adalah memaksimalkan penggunaan sumber daya yang ada, diantaranya adalah memaksimalkan pelayanan terhadap konsumen. Sumber daya yang ada di gudang dan pergudangan adalah ruangan, peralatan dan personil. Berikut di bawah ini adalah tujuan dari gudang menurut (Purnomo, 2004).

1. Memaksimalkan dalam penggunaan ruangan.
2. Memaksimalkan dalam menggunakan *material handling*.
3. Memaksimalkan dalam menggunakan tenaga kerja .
4. Memaksimalkan kemudahan dalam penerimaan seluruh produk (*raw material, part, goods-in-process, finished goods*).

Fungsi gudang dalam pergudangan adalah tempat penyimpanan barang, menurut (Purnomo, 2004) gudang memiliki fungsi dasar, yaitu:

1. Perpindahan *material* (*Movement*)
 - a. Penerimaan (*Receiving*).
 - b. Perpindahan (*Transfer*).
 - c. Penyeleksian barang (*Order Selection*).
 - d. Pengiriman (*Shipping*).
2. Penyimpanan (*Storage*)
 - a. Sementara (*Temporare*).
 - b. Semi-permanen.
 - c. Transfer informasi.

2.1.2 Jenis Gudang

Menurut (Miranda & Tunggal, 2001) terdapat 6 jenis gudang yang biasa digunakan, yaitu:

1. Gudang barang dagangan umum untuk barang hasil pabrik (*general merchandise warehouse for manufactured goods*). Tipe ini dirancang untuk digunakan oleh pengusaha pabrik, distributor dan pelanggan untuk penyimpanan praktis berbagai produk.
2. Gudang penyimpanan yang bersifat dingin (*refrigerator or cold storage warehouse*). Tipe gudang ini dirancang untuk penyimpanan yang dapat dikendalikan temperaturnya. Jenis penyimpanan barang yang biasanya disimpan memiliki ketahanan yang tidak tahan lama, salah satu contohnya adalah buah-buahan.
3. Gudang *bea* atau pajak (*bonded warehouse*). Tipe gudang biasanya menyimpan barang-barang yang diimpor, keuntungan dari gudang ini adalah tidak perlu membayar *bea* impor dan pajak pembelian sampai terjual.
4. Gudang barang rumah tangga (*household goods warehouse*). Tipe gudang ini biasanya menyimpan barang pribadi, biasanya disimpan dalam jangka panjang yang sifatnya sementara.
5. Pergudangan komoditas khusus (*special commodity warehouse*). Tipe gudang ini biasanya digunakan untuk produk petani, salah satunya adalah benih padi.

6. Pergudangan penyimpanan barang penting (*bulk storage warehouse*). Tipe gudang ini biasanya menyimpan barang berupa cairan seperti barang-barang kimia.

2.1.3 Faktor Penentu Kapasitas Gudang

Menurut (Miranda & Tunggal, 2001) faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas gudang diantaranya adalah:

1. Besar ukuran masing-masing barang yang akan disimpan. Semakin besar ukuran barang, maka kebutuhan ruang penyimpanan semakin besar.
2. Waktu tenggang (*lead time*) dari pemesanan barang, jika waktu tenggang lebih cepat maka ruang penyimpanan semakin besar.
3. Jumlah barang harus disimpan dan frekuensi keluar masuknya barang. Semakin banyak barang yang disimpan, maka kebutuhan ruang semakin besar, apabila frekuensi keluar masuknya barang lebih kecil sehingga menumpuk di gudang.

Selain faktor di atas, kapasitas gudang juga ditentukan oleh cara bagaimana mengatur letak barang yang disimpan (*layout* ruang gudang), jika tata ruang sembarangan dan berserakan, maka kurang efisien jika dibandingkan dengan gudang yang tata ruangnya diatur dengan rapih, hal yang perlu diperhatikan selain faktor tersebut adalah jenis barang yang disimpan umumnya dikategorikan dalam 2 kelompok, yaitu:

1. Barang yang memiliki intensitas frekuensi keluar masuk cepat (*fast moving*).
2. Barang yang memiliki intensitas frekuensi keluar masuk lambat (*slow moving*) (Miranda & Tunggal, 2001).

2.1.4 Prinsip Merancang *Layout* Gudang

Prinsip merancang gudang (Oktarina & Fauzi, 2016):

1. Barang *fast moving* diletakkan dekat dengan pintu keluar.
2. Barang *slow moving* diletakkan jauh dari pintu keluar.
3. Jalan masuk dan jalan keluar harus diatur sedemikian rupa agar memudahkan keluar masuk barang, baik dengan atau tanpa bantuan pemindahan.
4. Bila frekuensi keluar masuk barang sangat tinggi, maka pisahkan pintu masuk dan keluar.

5. Minimasi rintangan keluar masuk barang.
6. Lorong atau gang harus memiliki lebar sedikit lebih besar dibanding alat pemindah yang digunakan.
7. Tumpukan barang harus diletakkan pada tempatnya masing-masing, agar lorong-lorong mudah dilalui.

2.2 Pengertian Tata Letak

Tata letak merupakan satu keputusan yang penting dalam menentukan efisiensi operasi dalam waktu jangka panjang. Tata letak memiliki dampak strategis, karena menentukan daya saing dalam segi kapasitas, proses, fleksibilitas, ongkos, dan kualitas lingkungan kerja. Tata letak yang efektif dapat membantu perusahaan mencapai tujuan, salah satunya adalah ongkos rendah dan respon yang cepat (Heizer & Barry, 2009). Desain tata letak harus mampu mencapai berbagai pertimbangan, diantaranya adalah:

1. Utilitas ruang, peralatan dan orang;
2. Aliran informasi, barang dan orang;
3. Fleksibilitas (Heizer & Barry, 2009).

Kesimpulan yang diperoleh adalah, tata letak fasilitas harus dapat mendukung seluruh kegiatan produksi, mulai dari bahan baku masukan (*input*) hingga mendapatkan nilai tambahan dalam bentuk efisiensi dan efektifitas, sehingga kegiatan didalamnya dapat berjalan lancar.

2.3 Tata Letak Gudang dan Perancangan Tata Letak Gudang

Tata letak gudang adalah sebuah desain yang mencoba untuk meminimalkan ongkos total antara luas ruang dan penanganan bahan. Tujuan tata letak gudang (*warehouse layout*) untuk menemukan titik optimal antara ongkos penanganan bahan dan ongkos yang bersangkutan didalam ruangan gudang. Ongkos penanganan bahan adalah ongkos yang berkaitan dengan transportasi barang masuk, penyimpanan dan transportasi bahan yang keluar dari gudang (Heizer & Barry, 2009).

Gudang yang dirancang harus memperhitungkan kecepatan gerak barang, barang yang memiliki pergerakan lebih cepat, lebih baik diletakkan dekat dengan tempat

pengambilan barang, sehingga mengurangi gerakan bolak-balik. Faktor yang memiliki pengaruh besar dalam penanganan barang di gudang adalah letak dan desain gedung dimana barang disimpan (Apple, 1990). Tujuan umum dari metode penyimpanan barang adalah:

1. Penggunaan volume bangunan maksimum;
2. Penggunaan waktu dan perlengkapan;
3. Kemudahan mencapai barang;
4. Pengambilan barang cepat dan mudah;
5. Identifikasi barang baik;
6. Pemeliharaan barang yang maksimum;
7. Penampilan yang rapih dan tersusun.

2.4 From To Chart (FTC)

From To Chart (FTC) adalah sebuah teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak dan pemindahan bahan. *FTC* sangat berguna untuk kondisi banyak *item* yang melalui suatu area, seperti gudang, kantor, permesinan dan lain sebagainya. *FTC* merupakan penggambaran tentang total Ongkos *Material Handling (OMH)* dari aktivitas dalam pabrik menuju pabrik, maupun dari gudang menuju gudang, *FTC* dapat melihat ongkos *material handling* secara keseluruhan (Apple, 1990). Langkah yang digunakan untuk mengisi *FTC* adalah sebagai berikut:

1. Perhatikan total ongkos dari tabel *material handling*, kemudian masukkan nilai total ongkos tersebut, sesuaikan dengan aliran bahan dari satu tempat ke tempat lainnya.
2. Jumlah ongkos setiap baris dan setiap kolom juga total ongkos secara keseluruhan (Apple, 1990).

2.5 Ongkos *Material Handling (OMH)*

Ongkos *Material Handling (OMH)*, merupakan ongkos yang timbul karena aktivitas *material* dari satu proses ke proses lain, atau dari satu departemen ke departemen lain. Satuan yang digunakan dalam ongkos *material handling* adalah rupiah/meter. Tujuan dari pemindahan bahan adalah:

1. Memperbaiki kondisi kerja;
2. Menaikkan kapasitas;
3. Memperbaiki pelayanan pada pelanggan;
4. Meningkatkan pemanfaatan ruang dan peralatan;
5. Mengurang ongkos (Rengganis, 2015).

Kegiatan perpindahan *material* merupakan kegiatan yang tidak produktif, karena kegiatan ini tidak memperoleh perubahan bentuk atau perubahan nilai, sehingga akan mengurangi kegiatan yang tidak efektif dan mencari ongkos *material handling* terkecil. Cara yang dapat dilakukan untuk menekan jumlah ongkos *material handling*, adalah menghapus langkah transportasi dan minimasi jarak (Rengganis, 2015). Beberapa aktivitas *material handling* yang perlu diperhitungkan adalah, pemindahan bahan menuju gudang baku dan keluar dari gudang, serta pemindahan atau pengangkutan yang terjadi di dalam pabrik saja. Faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling*, diantaranya adalah jarak tempuh dari stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain, serta ongkos pengangkutan per meter di lapangan, jika jarak tempuh sudah ditentukan dan frekuensi *material handling* sudah diperhitungkan, maka ongkos *material handling* dapat diketahui (Rengganis, 2015).

$$\text{Total } OMH = (OMH) \times (r) \times (f) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

OMH = Ongkos *Material Handling* Per meter (Rp)

r = Jarak antar fasilitas atau stasiun kerja (meter)

f = Frekuensi (Banyaknya pergerakan *material*)/hari

Aktivitas pemindahan bahan yang perlu diperhitungkan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pemindahan bahan dari gudang bahan baku (*receiving*) menuju departemen pabrikasi, maupun departemen *assembling*.
2. Pemindahan bahan yang terjadi diproses satu jenis mesin menuju mesin yang berada di departemen lainnya.
3. Pemindahan bahan dari departemen *assembling*, menuju gudang barang jadi (*shipping*) (Rengganis, 2015).

Faktor-faktor yang seharusnya diperhatikan dalam ongkos *material handling*, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Material*
 - a. Harga pembelian dari mesin atau peralatan;
 - b. Biaya seluruh *material* yang dipergunakan;
 - c. *Maintenance cost and repair part inventory*;
 - d. Biaya untuk peralatan bantu;
 - e. Biaya untuk pelumas;
 - f. Biaya instalasi (seluruh *material* dan upah karyawan).
2. *Salary and Wages*
 - a. Seluruh personil yang terlibat didalam pengoperasian peralatan *material handling* (*direct labour costs*);
 - b. *Training costs*, untuk menjalankan peralatan *material handling* tersebut;
 - c. *Indirect labour costs* (staf dan *services departemen*).
3. *Financial chargers*
 - a. *Interest*, untuk investasi peralatan *material handling*;
 - b. Biaya asuransi, depresiasi dan lainnya (Basuki, 2008).

2.6 Area Allocation Diagram (AAD)

Area Allocation Diagram (AAD), merupakan lanjutan dari *Activity Relationship Chart (ARC)* dimana dalam *ARC* telah diketahui kesimpulan dari tingkat kepentingan antar aktivitas. Kedekatan tata letak aktivitas tersebut dapat dilihat dalam *AAD*, *AAD* merupakan *template* secara global, informasi yang dapat dilihat hanya pemanfaatan area saja, sedangkan gambar visualisasinya secara lengkap, dapat dilihat pada *template*, yang merupakan hasil akhir dari penganlisisan dan perencanaan tata letak fasilitas dan pemindahan bahan (Group 3 Toy's). Dasar pertimbangan dalam prosedur pengalokasian area, adalah sebagai berikut:

1. Aliran produksi, material dan peralatan;
2. *ARC*, informasi aliran, aliran personil dan hubungan fisik;
3. Tempat yang dibutuhkan;
4. *ARD* (Group 3 Toy's).

2.7 Pendekatan Algoritma Perbaikan

Pendekatan algoritma yang digunakan untuk melakukan perbaikan atau membuat rancangan tata letak baru, dapat menggunakan perancangan dengan teknik-teknik grafik dan manipulasi *template*, seiring dengan berjalannya waktu pengembangan teknologi dalam tata letak, dapat menggunakan komputer. Penggunaan komputer dalam tata letak memiliki beberapa keuntungan, dibandingkan dengan pendekatan secara manual tradisional. Keuntungan yang didapat, diantaranya adalah pada proses perancangan menggunakan komputer lebih ekonomis, dibandingkan dengan perancangan secara manual (Basuki, 2008).

Tata letak dengan menggunakan bantuan komputer, mempertimbangkan aliran departemen. Aliran departemen tersebut dapat secara kuantitatif dicatat dalam *From To Chart (FTC)* atau secara kualitatif dalam bentuk *Activity Relationship Chart (ARC)*. Tata letak dengan menggunakan bantuan komputer dalam penyelesaiannya, dapat dibantu dengan dengan *Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT)*, *Computerized Relationship Layout Technique (CORELAP)*, *BLOCPLAN*, dan lainnya.

2.7.1 *Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT)*

Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) merupakan salah satu algoritma perbaikan tata letak yang diperkenalkan pada tahun 1963 oleh Armour, Buffa, dan Vollman. *CRAFT* merupakan algoritma yang digunakan untuk perbaikan *layout*, dimulai dengan tata letak awal yang mewakili tata letak sebenarnya (Tompkins et al, 2010). *CRAFT* memulai dengan menentukan titik *centroid* dari departemen *layout* awal, kemudian menghitung jarak antar pasangan *centroid* departemen. Ongkos tata letak awal ditentukan dengan mengalikan setiap *entri* dalam *from to chart* yang sesuai dengan matriks ongkos dan matriks jarak (Tompkins et al, 2010). *CRAFT* merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk mendapatkan pemecahan yang lebih baik berdasarkan aliran bahan dengan melakukan pertukaran-pertukaran fasilitas pada tataletak awal untuk meningkatkan kinerja agar menjadi lebih baik. Metode ini dilakukan dengan melakukan pertukaran-pertukaran fasilitas secara terus menerus dan selanjutnya pertukaran ini membawa ke arah tataletak yang mendekati optimal. *CRAFT*

merupakan sebuah program perbaikan, program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tataletak secara bertahap. CRAFT mengevaluasi tataletak dengan cara mempertukarkan lokasi departemen. Perubahan antar departemen diharapkan dapat mengurangi biaya perpindahan *material*, selanjutnya CRAFT membuat pertimbangan pertukaran departemen untuk tataletak yang baru, dan ini dilakukan secara berulang-ulang sampai menghasilkan tataletak.

Kelebihan dari metode *CRAFT* dibandingkan dengan algoritma *BLOCPLAN*, *CRAFT* mampu untuk menangkap *initial layout* dengan baik sesuai dengan yang aslinya, karena matriks untuk *initial layout* sudah ada, sedangkan untuk *BLOCPLAN* tidak dapat menangkap *initial layout* karena data yang di-input ke *BLOCPLAN* adalah jumlah departemen dan luas dari departemen. Berdasarkan dari segi kegunaan, *CRAFT* lebih sesuai untuk melakukan perbaikan (*relayout*), sedangkan *BLOCPLAN* lebih sesuai untuk membuat *layout* baru (Tompkins et al, 2010).

2.7.2 Kriteria *CRAFT*

Kriteria dasar yang digunakan adalah untuk meminimumkan ongkos perpindahan *material*, dimana ongkos ini digambarkan sebagai fungsi linear dari jarak perpindahan. Tujuan dari *CRAFT* adalah meminimumkan ongkos perpindahan *material*, dimana ongkos perpindahan *material* didefinisikan sebagai aliran produk, jarak dan ongkos unit pengangkutan (Rengganis, 2015).

$$F = \max/\min \sum_{ij} C_{ij} W_{ij} D_{ij} \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

C_{ij} = Ongkos aliran antar departemen

W_{ij} = Frekuensi aliran antar departemen

D_{ij} = Jarak antar departemen (Rengganis, 2015)

Cara perhitungan momen untuk algoritma *CRAFT* adalah dengan menghitung hasil kali antara frekuensi perpindahan antara fasilitas *i* dan *j*. Perhitungan *layout* ini juga dapat dikatakan bila ditinjau dari jarak perpindahan yang paling

minimum, dimana semakin kecil momen yang ada berarti jarak perpindahan material semakin minimum.

Asumsi-asumsi ongkos perpindahan material (Rengganis, 2015) adalah sebagai berikut:

1. Ongkos perpindahan tidak tergantung (bebas) terhadap utilisasi peralatan;
2. Ongkos perpindahan adalah linier terhadap panjang perpindahan;
3. Metode *CRAFT* melakukan pertukaran dua atau tiga departemen sekaligus;

CRAFT akan melakukan pertukaran dan menghitung ongkos transportasinya, pertukaran yang menghasilkan ongkos terbesar akan dipilih, prosedur ini berlanjut sampai tidak ditemukannya lagi pertukaran yang menghasilkan ongkos lebih kecil. *CRAFT* hanya dapat melakukan pertukaran dengan jumlah maksimal 40 departemen (Rengganis, 2015). *Input* data yang diperlukan dalam metode *CRAFT* (Pailin, 2013) adalah sebagai berikut:

1. Tata letak awal;
2. Data aliran (frekuensi perpindahan);
3. Data ongkos (ongkos perpindahan *material* persatuan jarak);
4. Jumlah departemen yang tidak berubah (*fixed*).

Kriteria penukaran data inti pada metode *CRAFT* (Rengganis, 2015) adalah sebagai berikut:

1. Kriteria pertukaran

Departemen yang menjadi pilihan untuk pertukaran dua atau tiga departemen harus memenuhi paling sedikit salah satu kriteria berikut ini:

- a. Departemen harus memiliki batasan yang sama;
- b. Departemen harus memiliki ukuran yang sama;
- c. Departemen harus memiliki kedua batasan yang pada ketiga departemen.

2. Data masukan (*input*)

Data masukan yang dibutuhkan oleh *CRAFT* adalah:

- a. Tata letak awal;
- b. Data aliran *material* (*from to chart*);
- c. Data ongkos perpindahan (*move cost chart*);
- d. Jumlah dan lokasi dari departemen yang tetap atau tidak ikut diperlukan.

2.7.3 Departemen *Dummy* Algoritma *CRAFT*

Departemen *dummy* merupakan departemen yang tidak mempunyai aliran terhadap departemen lain, tetapi meliputi sebuah area spesifik. Fungsi dari departemen *dummy* (Rengganis, 2015) adalah sebagai berikut:

1. Mengisi bangunan yang bersifat umum atau tidak beraturan;
2. Menggambarkan area yang tetap di dalam fasilitas, dimana departemen tidak dapat dialokasikan;
3. Menyatakan ruang ekstra dalam fasilitas;
4. Membantu mengevaluasi lokasi gang dalam tata letak.

Keuntungan yang diperoleh dari *dummy*, selain keuntungan di atas adalah *CRAFT* mengizinkan pengguna untuk menetapkan lokasi beberapa departemen (*dummy* atau departemen lainnya) (Rengganis, 2015).

2.8 Jenis Jarak

2.8.1 Jarak *Rectilinear* (*Rectilinear Distance*)

Jarak *rectilinear* adalah jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus (ortogonal), jarak *rectilinear* disebut juga sebagai jarak Manhattan. Pemberian istilah Jarak Manhattan dikarenakan jalan-jalan di kota Manhattan yang membentuk garis paralel dan saling tegak lurus antara satu jalan dengan jalan lainnya, secara matematis jarak *rectilinear* diantara titik (x,y) dan (a,b) (Tompkins et al, 2010). Pengukuran jarak dengan *rectilinear* sering digunakan, karena mudah dalam perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai (Basuki, 2008). Rumus yang digunakan untuk pengukuran jarak *rectilinear* adalah sebagai berikut (Tompkins et al, 2010).

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

d_{ij} = jarak antar pusat fasilitas i dan j

2.8.2 Jarak Euclidean (*Euclidean Distance*)

Jarak *euclidean* adalah jarak yang diukur sepanjang garis lurus antara pusat fasilitas atau dengan fasilitas lainnya. Pengukuran jarak *euclidean* sering digunakan, karena lebih mudah dimengerti dan digunakan (Tompkins et al, 2010). Rumus yang digunakan untuk mengukur jarak *euclidean* adalah sebagai berikut (Tompkins et al, 2010):

$$d_{ij} = \left[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right]^{1/2} \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

d_{ij} = jarak antar pusat fasilitas i dan j

