
USULAN PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS LANTAI PRODUKSI PRODUK SEPATU PERLENGKAPAN DINAS HARIAN (STUDI KASUS PADA CV. MULIA)

Widya Nurcahayanty Tanjung¹, Fauzan Hariz Harimansyah
E-mail: widya@uai.ac.id¹

Penulis

WidyaTanjung adalah staf pengajar tetap dan sekretaris program studi Teknik Industri Universitas Al Azhar Indonesia. Menerima gelar Magister Teknik Industri dari Universitas Indonesia.

Bidang Peminatan: Manajemen Rantai Pasok, Metaheuristik.

Abstract

CV. Mulia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi sepatu. Masalah yang ditemukan adalah jarak antar fasilitas di lantai produksi yang cukup jauh satu sama lain sehingga mengganggu produksi yang dihasilkan. Selain itu juga, akibat yang dihasilkan dari jarak antar fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya, juga mempengaruhi kegiatan penanganan material dari segi waktu yang dibutuhkan dan biaya yang dikeluarkan. Dalam tugas akhir ini, masalah tersebut dibahas dengan menggunakan 3 metode pencarian solusi alternatif untuk permasalahan tata letak tersebut, yaitu Relationship Diagramming Method, Hollier 2 Method, dan Direct Clustering Algorithm Method.

Hasil terbaik adalah dengan menggunakan Relationship Diagramming Method dengan jarak yang paling optimal yaitu sebesar 260,5 meter. Jarak awal sebesar 385,5 meter dapat berkurang dengan menggunakan Relationship Diagramming Method yaitu berkurang sebesar 128 meter atau dalam persentase sebesar 33,20%.

Keywords

Tata Letak Fasilitas, Relationship Diagramming Method, Hollier 2 Method, Direct Clustering Algorithm Method

1. PENDAHULUAN

Tata letak fasilitas merupakan salah satu faktor yang memiliki peran penting dalam peningkatan produktivitas suatu perusahaan dalam melakukan kegiatan produksinya. Menurut Apple (1990), definisi dari tata letak fasilitas adalah sebagai perencanaan dan integrasi aliran komponen-komponen suatu produk untuk mendapatkan interelasi yang efektif dan efisien antar operator, peralatan, dan proses transformasi material dari bagian penerimaan sampai ke bagian pengiriman produk jadi.

CV. Mulia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi sepatu. Perusahaan ini sudah berdiri selama kurang lebih 30 tahun yang beroperasi di daerah Ciomas, Bogor. Keadaan lantai produksi CV. Mulia saat ini, masih belum tersusun dengan tepat. Hal ini dapat dilihat dari keadaan tata letak fasilitas yang belum teratur. Jarak antar fasilitas di lantai produksi yang cukup jauh satu sama lain sehingga mengganggu produksi yang dihasilkan. Selain itu juga, akibat yang dihasilkan dari jarak antar fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya, juga mempengaruhi kegiatan penanganan material dari segi waktu yang dibutuhkan dan biaya yang dikeluarkan. Dengan melihat keadaan dari CV. Mulia tersebut, maka perlu dilakukan observasi dan evaluasi terhadap tata letak fasilitas lantai produksi.

Tujuan dari penelitian ini diantaranya mengidentifikasi jarak yang paling optimal untuk kegiatan penanganan material, membuat rancangan tata letak fasilitas untuk lantai produksi CV. Mulia agar didapatkan hasil yang efisien dan dalam keadaan yang teratur, mengidentifikasi efisiensi yang dihasilkan dari perbaikan tata letak fasilitas lantai produksi CV. Mulia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Tata Letak Fasilitas

Definisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas-fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin-mesin, bahan-bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia, dan semua peralatan serta fasilitas yang digunakan dalam proses produksi. Perancangan tata letak juga harus menjamin kelancaran aliran bahan-bahan, penyimpanan bahan, baik bahan baku, bahan setengah jadi, maupun produk-produk jadi.

2.2 Relationship Diagramming Method

Activity Relationship Diagram atau Diagram Hubungan Kerja kegiatan adalah aktifitas atau kegiatan antara masing-masing bagian yang menggambarkan penting tidaknya kedekatan ruangan. Dalam suatu organisasi pabrik harus ada hubungan yang terikat antara suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya yang dianggap penting dan selalu berdekatan demi kelancaran aktifitasnya. Oleh karena itu dibuatlah suatu peta hubungan aktifitas, dimana akan dapat diketahui bagaimana hubungan yang terjadi dan harus dipenuhi sesuai dengan tugas-tugas dan hubungan yang mendukung.

2.3 Hollier 2

Metode *Hollier 2* merupakan metode yang memperbaiki kinerja *Hollier 1*. Prinsip kerja *Hollier 2* masih berdasarkan penjumlahan baris dan kolom dari *From to Chart*. Langkah-langkah metode *Hollier 2* sebagai berikut:

1. Buatlah *From to Chart*.
2. Hitung rasio *from* dan *to* setiap fasilitas. Caranya adalah dengan menjumlahkan semua perpindahan *to* setiap fasilitas. Penjumlahan *from* dilakukan dengan menjumlahkan baris, sedangkan *to* dilakukan dengan menjumlahkan kolom. Setelah memperoleh nilai penjumlahan disetiap kolom dan baris, lakukan perhitungan rasio *from* dan *to* dengan membagi nilai *from* dengan *to*. Hasil perhitungan rasio ditempatkan pada kolom tambahan baru.
3. Langkah selanjutnya adalah menata fasilitas berdasarkan nilai rasio terbesar hingga terkecil. Fasilitas yang memiliki rasio *from* atau *to* tertinggi berarti mendistribusikan banyak perpindahan dan menerima pekerjaan lebih sedikit dari fasilitas lain, demikian sebaliknya. Artinya, fasilitas dengan rasio tertinggi ditempatkan pada awal urutan, sedangkan fasilitas dengan rasio terendah ditempatkan di akhir urutan. Dalam kasus tertentu dimana nilai rasio sama besarnya, pemilihannya adalah dengan memilih fasilitas dengan nilai tertinggi yang ditempatkan didepan fasilitas dengan nilai *from* terkecil. (Hadiguna dan Wirdianto, 2003)

2.4 Direct Cluster Algorithm

Direct cluster algorithm merupakan metode yang berbasis pengurutan. Algoritma ini pertama kali dikembangkan oleh Chan dan Milner (1982), kemudian diperbaiki oleh Wemmerlov (1984) menyediakan koreksi pada original algoritma untuk mendapatkan revisi algoritma yang diinginkan. DCA ini merupakan algoritma pengelompokan dimana kondisi pada matriks awal ini masih berupa matriks *partially*. Dengan

menggunakan DCA diharapkan dapat memperoleh hasil akhir dengan matriks *mutually*. Langkah-langkah dari metode *direct cluster algorithm* adalah sebagai berikut:

1. Membuat matriks hubungan mesin dengan part atau biasa disebut dengan matriks *production flow analysis*.
2. Menjumlahkan hubungan *part* dengan mesin pada setiap baris mesin.

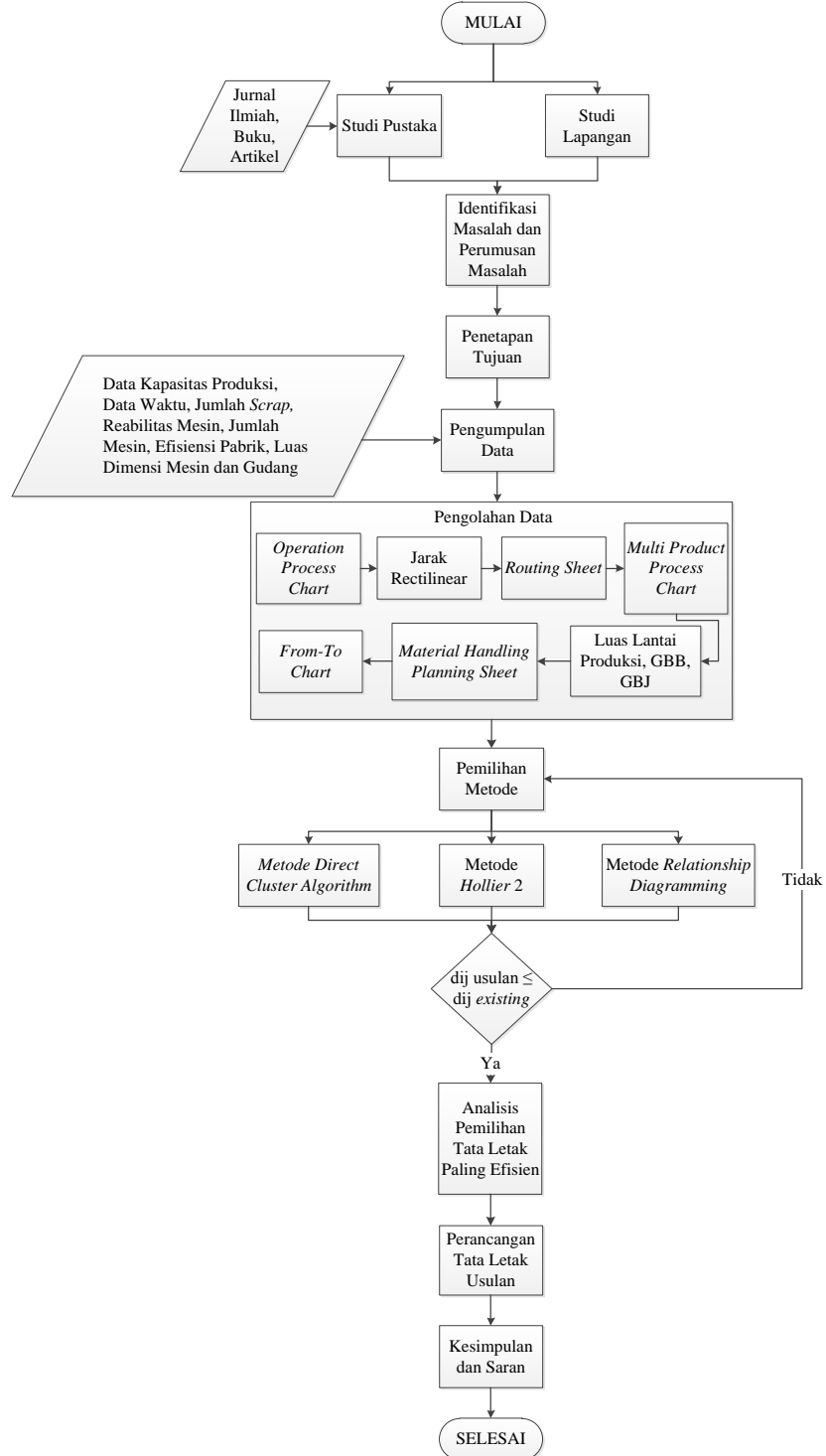
$$w_i = \sum_j M_{ij}$$

3. Mengurutkan baris mesin berdasarkan hasil penjumlahan dari yang terkecil sampai yang terbesar.
4. Menjumlahkan hubungan *part* dengan mesin pada setiap kolom *part*.

$$w_j = \sum_i M_{ij}$$

5. Mengurutkan kolom *part* berdasarkan hasil penjumlahan dari yang terbesar sampai yang terkecil.
6. Melakukan pengelompokkan pada matriks hubungan mesin dan *part* sesuai dengan hasil perhitungan. Pengelompokkan dilakukan dengan cara menyusun susunan kolom berdasarkan baris pertama dan menyusun susunan baris berdasarkan kolom pertama. Turus-turus yang berada pada baris pertama dipindahkan ke sebelah kiri dan yang berada pada kolom pertama dipindahkan ke atas sehingga akan membentuk kelompok turus.

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

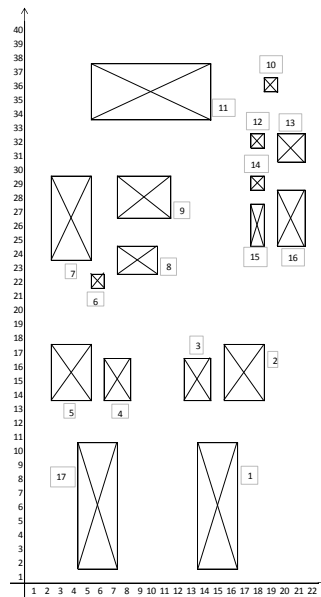
4.1 Operation Process Chart

Operation Process Chart merupakan diagram yang menggambarkan proses yang dialami oleh bahan baku melalui urutan-urutan proses

produksi dan pemeriksaan dari awal proses sampai menjadi barang jadi. *Operation Process Chart* penelitian ini terdapat dalam lampiran (Lampiran 1).

4.2 Layout Awal

Layout awal yang dibuat ini merupakan gambaran yang sebenarnya dari keadaan lantai produksi di CV. Mulia. *Layout* awal ini dibuat bertujuan untuk menentukan jarak antar departemen (area mesin) awal yang untuk selanjutnya akan dibandingkan dengan rancangan *layout* dari metode yang akan digunakan. Metode yang digunakan dalam pembuatan *layout* awal ini adalah dengan menggunakan metode *rectilinear*. Gambar 2 menunjukkan *layout* awal dari lantai produksi CV. Mulia. Gambar *layout* awal atau *layout existing* lantai produksi CV. Mulia selengkapnya terdapat dalam lampiran 2.



Gambar 2. *Layout* awal lantai produksi CV. Mulia

Setelah membuat *layout* awal dari lantai produksi, selanjutnya adalah menentukan titik koordinat dari *layout* awal tersebut. Tabel 1 menunjukkan titik koordinat *layout* awal lantai produksi CV. Mulia.

Tabel 1. Titik Koordinat *layout* awal lantai produksi CV. Mulia

No.	Fasilitas	X	Y
1	GBB	14,5	5,5
2	Mesin Cutting	16,5	15
3	Mesin Sestet	13	14,5
4	Mesin Obras	7	14,5
5	Mesin Jahit	3,5	15
6	Kuas	5,5	21,5
7	Mesin Lasting	3,5	26
8	Mesin Angklok	8,5	23
9	Mesin Buffing	9	27,5
10	Kayu	18,5	35,5
11	Mesin Molding	9,5	35
12	Kain	17,5	31,5
13	Spray Gun	20	31
14	Busa	17,5	28,5
15	Mesin Mata Ayam	17,5	25,5
16	Meja Packing	20	26
17	GBJ	5,5	5,5

Setelah menentukan titik koordinat dari masing-masing gudang dan stasiun kerja, selanjutnya adalah melakukan perhitungan jarak *rectilinear* berdasarkan titik koordinat lantai produksi *layout* awal. Total jarak *rectilinear* dari lantai produksi *layout* awal akan dirangkum pada ekstraksi.

4.3 Routing Sheet

Fungsi dari *routing sheet* adalah untuk mengetahui jumlah permintaan yang dibutuhkan (*demand scheduled*) dan juga untuk mengetahui jumlah mesin yang diperlukan. Pada tabel 2 akan menampilkan *routing sheet* dari *part* quarter kanan.

Tabel 2. Tabel *Routing Sheet*

Nama Part		Quarter Kanan						
Nomor Part		100						
Nama Material		Kulit Box Polos Hitam						
Demand		300 unit/ hari						
Efisiensi Pabrik		90%						
Nomor Operasi	Deskripsi Operasi	Nama Mesin	Reabilitas Mesin	Scrap	Waktu Baku (menit)	Demand Scheduled (unit)	Demand Expected (unit)	Jumlah Mesin
101	Cutting	Mesin Cutting	98%	2%	0,1	318,712	312,338	0,086
102	Sestet	Mesin Sestet	100%	1%	0,0333	312,338	309,215	0,028

Berdasarkan tabel 2, *part* quarter kanan memiliki jumlah permintaan yang dibutuhkan sebanyak 318,712 unit, sedangkan kebutuhan jumlah mesin teoritis adalah sebanyak 0,086 untuk mesin *cutting* dan 0,028 untuk mesin *sestet*.

4.4 MPPC

Multi-Product Process Chart (MPPC) adalah sebuah peta yang digunakan untuk menggambarkan aliran atau urutan operasi kerja yang menghasilkan produk dengan banyak jenis, atau produk dengan banyak *part*. Fungsi dari MPPC adalah untuk mengetahui jumlah mesin yang dibutuhkan untuk setiap departemen (area mesin). Berdasarkan perhitungan MPPC, didapatkan jumlah mesin teoritis sebesar 20,202 mesin dan jumlah mesin sebenarnya sebesar 30 mesin.

4.5 Luas Lantai Produksi

Untuk mengetahui luas usulan dari masing-masing departemen dibutuhkan perhitungan seperti ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Luas Lantai Produksi

Work Station	Luas Workstation (m ²)	Jumlah Mesin (unit)	Luas dengan Allowance (m ²)
Mesin Cutting	4,19	1	5,87
Mesin Saset	1,74	1	2,44
Mesin Obras	1,75	1	2,45
Mesin Jahit	1,75	3	7,35
Kuas	1,25	1	1,75
Mesin Lasting	1,91	8	21,39
Mesin Angklok	2,50	1	3,50
Mesin Buffing	2,29	2	6,41
Kayu	1,25	1	1,75
Mesin Molding	2,75	6	23,10
Kain	1,25	1	1,75

Tabel 3. Luas Lantai Produksi (Lanjutan)

Work Station	Luas Workstation (m ²)	Jumlah Mesin (unit)	Luas dengan Allowance (m ²)
Spray Gun	2,25	1	3,15
Busa	1,25	1	1,75
Mesin Mata Ayam	1,41	1	1,97
Meja Packing	4,25	1	5,95
Gudang Bahan Baku	9	3	37,800
Gudang Barang Jadi	9	3	37,800
TOTAL			166,18

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan total luas ruangan untuk stasiun kerja yang ada di lantai produksi CV. Mulia sebesar 166,18 m² dengan *allowance* sebesar 40%.

4.6 Material Handling Planning Sheet (MHPS)

Material Handling Planning Sheet digunakan untuk mengetahui total bobot *material handling* dengan mengkalikan jarak dengan biaya. Berdasarkan perhitungan *material handling planning sheet*, kegiatan

material handling menggunakan trolley dengan biaya relatif sebesar Rp. 6.250,-.

4.7 From To Chart (FTC)

Input FTC didapat dari hasil perhitungan MHPS. Input tersebut dimasukkan ke dalam matriks ini diisikan jumlah perpindahan yang terjadi antar stasiun atau operasi. Setelah membuat tabel FTC, hal selanjutnya adalah dengan membuat tabel koefisien *inflow*. FTC dan tabel koefisien *inflow* terdapat dalam lampiran (Lampiran 4 dan 5).

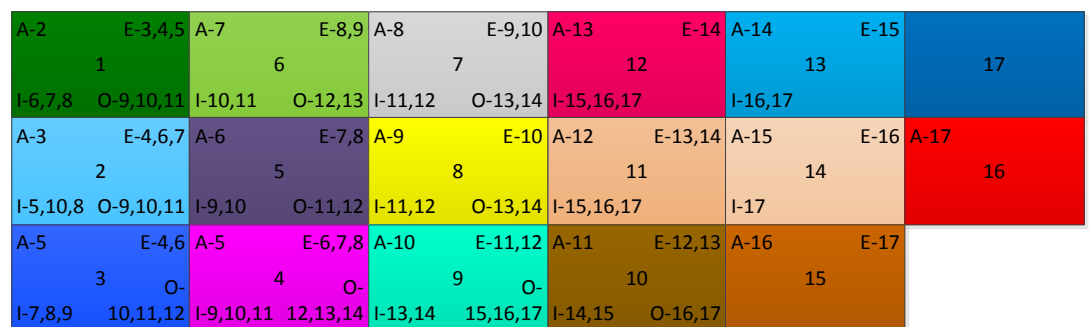
4.8 Relationship Diagramming Method

Pada metode ini, kegiatan yang pertama kali dilakukan adalah membuat tabel skala prioritas yang diisi secara subjektif oleh peneliti mengacu pada ketentuan skala kedekatan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Skala Kedekatan *Relationship Diagramming Method*

Kode	Keterangan
A	Harus Sangat Dekat
E	Sangat Dekat
I	Dekat
O	Cukup Dekat
U	Tidak Perlu Dekat
X	Sangat Tidak Perlu Dekat

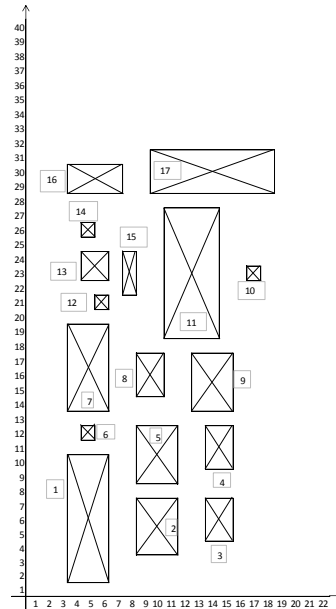
Setelah menentukan skala kedekatan, kemudian dibuat tabel skala prioritas. Urutan gudang dan mesin hasil dari *Relationship Diagramming Method* adalah 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17. Setelah itu dibuat *Area Relationship Diagram* (ARD) seperti ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. ARD *Relationship Diagramming Method*

Setelah ARD diperoleh, *layout Relationship Diagramming Method* dengan metode *rectilinear* dibuat. Kemudian dihitung jarak antar

departemen (area mesin) dengan metode *rectilinear* berdasarkan layout baru dengan *Relationship Diagramming Method*.



Gambar 4. *Layout Relationship Diagramming Method*

Setelah membuat *layout* dari *Relationship Diagramming Method*, selanjutnya adalah menentukan titik koordinat dari *layout* tersebut. Tabel 5 menunjukkan titik koordinat *layout Relationship Diagramming Method*.

Tabel 5. Titik Koordinat *layout Relationship Diagramming Method*

No.	Fasilitas	X	Y
1	GBB	4,5	5,5
2	Mesin Cutting	9,5	5
3	Mesin Sestet	14	5,5
4	Mesin Obras	14	10,5
5	Mesin Jahit	9,5	10
6	Kuas	4,5	11,5
7	Mesin Lasting	4,5	16
8	Mesin Angklok	9	15,5
9	Mesin Buffing	13,5	15
10	Kayu	16,5	22,5
11	Mesin Molding	12	22,5
12	Kain	5,5	20,5
13	Spray Gun	5	23
14	Busa	4,5	25,5
15	Mesin Mata Ayam	7,5	23,5
16	Meja Packing	5	29
17	GBJ	13,5	29,5

Setelah menentukan titik koordinat dari masing-masing gudang dan stasiun kerja, selanjutnya adalah melakukan perhitungan jarak *rectilinear* berdasarkan titik koordinat *layout Relationship Diagramming Method*. Total jarak *rectilinear* dari *layout Relationship Diagramming Method* akan dirangkum pada ekstraksi.

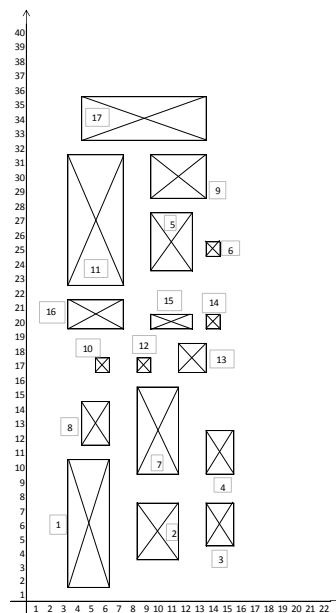
4.9 Hollier 2 Method

Pada metode ini, hanya perlu dicari rasio semua dari penjumlahan baris dan kolom kemudian urutkan dari yang bernilai rasio paling besar hingga paling kecil. Setelah itu dibuat *Area Relationship Diagram* (ARD) seperti ditunjukkan pada gambar 5 berikut.

1	8	10	16	11	17
2	7	12	15	5	9
3	4	13	14	6	

Gambar 5. ARD Hollier 2 Method

Setelah ARD diperoleh, *layout Hollier 2 Method* dengan metode *rectilinear* dibuat. Kemudian dihitung jarak antar departemen (area mesin) dengan metode *rectilinear* berdasarkan layout baru dengan *Hollier 2 Method*.



Gambar 6. Layout Hollier 2 Method

Setelah membuat *layout* dari *Hollier 2 Method*, selanjutnya adalah menentukan titik koordinat dari *layout* tersebut. Tabel 6 menunjukkan titik koordinat *layout Hollier 2 Method*.

Tabel 6. Titik Koordinat *layout Hollier 2 Method*

No.	Fasilitas	X	Y
1	GBB	4,5	5,5
2	Mesin Cutting	9,5	5
3	Mesin Sestet	14	5,5
4	Mesin Obras	14	10,5
5	Mesin Jahit	10,5	25
6	Kuas	13,5	24,5
7	Mesin Lasting	9,5	12
8	Mesin Angklok	5	12,5
9	Mesin Buffing	11	29,5
10	Kayu	5,5	16,5
11	Mesin Molding	5	26,5
12	Kain	8,5	16,5
13	Spray Gun	12	17
14	Busa	13,5	19,5
15	Mesin Mata Ayam	10,5	19,5
16	Meja Packing	5	20
17	GBJ	8,5	33,5

Setelah menentukan titik koordinat dari masing-masing gudang dan stasiun kerja, selanjutnya adalah melakukan perhitungan jarak *rectilinear* berdasarkan titik koordinat *layout Hollier 2 Method*. Urutan gudang dan mesin hasil dari *Hollier 2 Method* adalah 1-2-3-4-7-8-10-12-13-14-15-16-11-5-6-9-17. Total jarak *rectilinear* dari *layout Hollier 2 Method* akan dirangkum pada ekstraksi.

4.10 Direct Clustering Algorithm Method

Perhitungan metode ini dilakukan dengan cara menjumlahkan turus-turus yang ada pada baris dan kolom dari *production flow analysis*. *Production flow analysis* merupakan tabel yang berisi turus-turus yang menghubungkan keterkaitan antara stasiun kerja dan *part*. Jika memiliki hubungan akan diberi turus (1) dan jika tidak memiliki hubungan akan dikosongkan (0). Tabel 7 berikut menunjukkan hasil pengelompokan dari metode *Direct Clustering Algorithm*.

Tabel 7. Hasil Pengelompokan Stasiun Kerja dengan *Direct Clustering Algorithm*

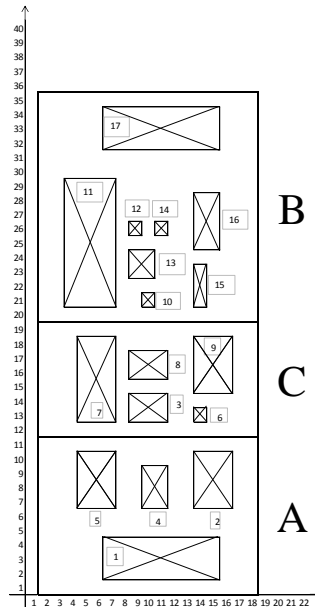
Kelompok		
A	B	C
Gudang Bahan Baku	Kuas	Kayu
Mesin Obras	Mesin Lasting	Mesin Molding
Mesin Jahit	Mesin Angklok	Kain
Mesin Cuting	Mesin Buffing	Spray Gun
	Mesin Sestet	Busa
		Mesin Mata Ayam
		Meja Packing
		Gudang Barang Jadi

Setelah itu dibuat *Area Relationship Diagram* (ARD) seperti ditunjukkan pada gambar 7 berikut.



Gambar 7.ARD *Direct Clustering Algorithm Method*

Setelah ARD diperoleh, *layout Direct Clustering Algorithm Method* dengan metode *rectilinear* dibuat. Kemudian dihitung jarak antar departemen (area mesin) dengan metode *rectilinear* berdasarkan layout baru dengan *Direct Clustering Algorithm Method*.



Gambar 8.*Layout Direct Clustering Algorithm Method*

Setelah membuat *layout* dari *Direct Clustering Algorithm Method*, selanjutnya adalah menentukan titik koordinat dari *layout* tersebut. Tabel 8 menunjukkan titik koordinat *layout Direct Clustering Algorithm Method*.

Tabel 8.Titik Koordinat *layout Direct Clustering Algorithm Method*

No.	Fasilitas	X	Y
1	GBB	10,5	2,5
2	Mesin Cutting	14,5	8
3	Mesin Seset	9,5	13
4	Mesin Obras	10	7,5
5	Mesin Jahit	5,5	8
6	Kuas	13,5	12,5
7	Mesin Lasting	5,5	15
8	Mesin Angklok	9,5	16
9	Mesin Buffing	14,5	16
10	Kayu	9,5	20,5
11	Mesin Molding	5	24,5
12	Kain	8,5	25,5
13	Spray Gun	9	23
14	Busa	10,5	25,5

15	Mesin Mata Ayam	13,5	21,5
16	Meja Packing	14	26
17	GBJ	10,5	32,5

Setelah menentukan titik koordinat dari masing-masing gudang dan stasiun kerja, selanjutnya adalah melakukan perhitungan jarak *rectilinear* berdasarkan titik koordinat *layoutDirect Clustering Algorithm Method*. Total jarak *rectilinear* dari *layoutDirect Clustering Algorithm Method* akan dirangkum pada ekstraksi.

4.11 Ekstraksi

Dari ketiga metode yang digunakan, diperoleh total jarak *rectilinear* yang berbeda-beda. Pada ketiga metode didapatkan hasil yang lebih kecil dibandingkan layout awal, yang artinya dengan ketiga metode tersebut akan menghasilkan *layout* yang lebih efisien. Dari ketiga metode tersebut, diperoleh hasil total sebagai berikut.

Tabel 9. Total Jarak *Rectilinear*

No.	Metode	Total Jarak Rectilinear
1	<i>Existing</i>	385,5
2	<i>Relationship Diagramming</i>	257,5
3	<i>Hollier 2</i>	378,5
4	<i>Direct Clustering Algorithm</i>	293,5

5. KESIMPULAN

1. Total jarak paling optimal adalah total jarak yang paling kecil diantara *layout* awal (Lampiran 10) dan juga *layout* yang didapat dengan menggunakan ketiga metode yang digunakan. Setelah melakukan pengolahan data, maka didapatkan jarak yang paling optimal yaitu sebesar 257,5 meter (*Relationship Diagramming Method*).
2. Rancangan tata letak fasilitas lantai produksi CV. Mulia yang efisien dan dalam keadaan yang teratur terdapat pada gambar 4. Lebih jelasnya akan dilampirkan (Lampiran 3).
3. Besar efisiensi yang dihasilkan pada total jarak perpindahan material antar mesin adalah sebesar 128 meter atau sebesar 33,20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M., 1990, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. ITB, Bandung.
- Chan, H.M, Milner, D.A, 1982, *Direct Clustering Algorithm for Group Formation in Cellular Manufacture*. Journal of Manufacturing System 1(1):65-75.
- Hadiguna, R. A., dan Wirdianto E., 2003, *Model Penyelesaian Masalah Pemilihan Alternatif Tata Letak*, Jurnal Sains dan Teknologi STTIND.
- Heragu, Sunderesh S., 2008, *Facilities Design*. Taylor & Franciss group, Florida.
- Kay, Michael G., 2009, *Lecture Notes for Production System Design*. North Carolina State University, North Carolina.
- Murugan, M., Selladurai, V., 2007, *Optimization and Implementation of Cellular Manufacturing System in A Pump Industry Using Three Cell Formation Algorithms*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 35(1-2):135-149.
- Purnomo, H., 2004, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Tompkins, James A, et. Al., 1996. *Facilities Planning*. John Wiley & Sons. Inc, Canada.
- Wignjosoebroto, Sritomo., 2003, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Guna Widya. Jakar