

ALTERNATIF TATA LETAK FASILITAS (MESIN) MENGGUNAKAN CELLULAR MANUFACTURING SYSTEM DI UD. TRI REJEKI, MADIUN

Nurfa Anisa ¹⁾

¹⁾ Dosen Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun
email : nurfaanisa@yahoo.co.id

Abstract:

Facility layout (machine) is industry engineering and basic main in industry, as procedure arrangement of physical facilities plant to support fluency production. Based on condition faced by UD. Tri Rejeki, Madiun, then to get facility layout with a pattern efficient flow used approach Cellular Manufacturing System (CMS), as basic facility layout. The purpose of this research to give alternative facility layout from grouping machine-part of CMS with Algorithm Heuristic method, so it can cut the gap material handling, and known efficiency reduction distances and reduction costs material handling. The results show that method of Algorithm Heuristic Complete Linkage Clustering (CLC) elected the best method, occur reduction distances being 552,92 m/day and reduction costs being Rp 76.817,16/day. Where the value of efficiency distances and efficiency costs are 17,30%.

Keywords : Facility Layout, Cellular Manufacturing System, Material Handling

PENDAHULUAN

Kegiatan produksi merupakan kegiatan yang paling utama dalam perusahaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas produksi merupakan isi dapur perusahaan. Apabila kegiatan produksi terhenti, maka kegiatan lainnya akan terhenti pula.

Memperhatikan pentingnya aktivitas dalam proses produksi, maka setiap perusahaan harus dapat merencanakan dan mengendalikan secara cermat dan teliti dalam kegiatan proses produksinya, sehingga diharapkan terjadi peningkatan kualitas dan kuantitas produksi. Untuk mewujudkannya maka penempatan stasiun kerja dan aliran material pada aktivitas produksi harus di perhatikan.

Tata letak fasilitas (mesin) pabrik adalah suatu kegiatan rekayasa industri dan merupakan dasar utama dalam suatu industri.

Menurut Wigjosoebroto (2003) tata letak fasilitas (*facility layout*) adalah

tata cara pengaturan fasilitas – fasilitas industri guna menunjang berlangsungnya proses produksi secara optimal. Pengaturan tersebut akan mencoba memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personal pekerja, dsb .

Tata letak fasilitas yang terstruktur dengan baik akan menentukan efisiensi dan efektivitas kerja kegiatan produksi, juga menjaga kelangsungan hidup perusahaan.

Sering dijumpai perusahaan yang kurang memperhatikan susunan tata letak fasilitasnya, bahkan banyak perusahaan baru menyadari arti penting tata letak fasilitas (mesin) setelah kegiatan produksi berlangsung dalam jangka waktu lama.

UD. Tri Rejeki, Madiun adalah perusahaan di bidang industri mebel dan perdagangan dengan tipe tata

letak *process lay-out* sehingga menyebabkan aktivitas pemindahan material (*material handling*) yang cukup tinggi.

Berdasarkan kondisi yang dihadapi UD. Tri Rejeki, Madiun, maka untuk mendapatkan rancangan tata letak fasilitas dengan pola aliran yang efisien, digunakan pendekatan *Cellular Manufacturing System* (CMS). Dimana setiap sel mesin terdiri dari beberapa jenis mesin, dirancang untuk memproduksi suatu *family* produk (produk yang memiliki kemiripan dalam proses pemesinan atau bentuk). Pembentukan *family* produk dan sel mesin memungkinkan terjadinya pengurangan waktu *set-up* mesin, *work in process* dan waktu pengerjaan produk.

Kusiak (1990) mengusulkan tiga formulasi untuk pendekatan pembentukan CMS yaitu formulasi matriks, formulasi matematika, dan formulasi grafis. Ada beberapa metode *Heuristic* berdasarkan penggunaan formulasi matriks. Pada penelitian ini, pembentukan sel manufaktur menggunakan *Sorting Based Algorithm* (Algoritma Berdasarkan Pengurutan) dengan metode *Rank Order Clustering I* (ROC I), *Rank Order Clustering II* (ROC II) dan *Similarity Coefficient Algorithm* (Algoritma Koefisien Kemiripan) dengan metode *Single Linkage Clustering* (SLC), *Complete Linkage Clustering* (CLC).

Berdasarkan permasalahan yang ada di UD. Tri Rejeki, Madiun maka tujuan penelitian ini adalah memberikan usulan alternatif rancangan tata letak fasilitas (mesin) dari pengelompokan mesin – *part* (komponen) dari CMS dengan metode Algoritma *Heuristic*, sehingga dapat

memperpendek jarak pemindahan material (*material handling*), juga dapat diketahui berapa besar efisiensi pengurangan jarak dan biaya *material handling* dari pengelompokan mesin – *part*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di UD. Tri Rejeki yang terletak di Kota Madiun. Data yang digunakan adalah data produk Rak Audio-TV pada bulan Juli 2014. Informasi data meliputi : jenis mesin yang digunakan, jenis *part* yang di produksi, urutan proses produksi dan *incident matrix*.

Selanjutnya pengolahan data sebagai berikut :

- Pengolahan data pada tata letak fasilitas (mesin) awal, meliputi perhitungan jarak dan biaya *material handling* awal.
- Penghitungan Algoritma *heuristic*, dipilih metode yang terbaik.
- Analisis data, meliputi perhitungan jarak dan biaya *material handling* usulan, perhitungan nilai efisiensi jarak dan biaya *material handling*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tata letak fasilitas (mesin) awal

- Perhitungan jarak material handling.*

Jarak *material handling* ditentukan berdasarkan *routing* produksi dan jarak antar mesin. Untuk aktivitas pemindahan bahan pada perusahaan menggunakan kereta dorong yang berukuran 0,6 x 0,5 x 0,5 m dengan diketahui ukuran masing – masing *part* akan dipindahkan, kapasitas kereta dorong untuk mengangkut *part* tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel 1. Jenis Mesin				
No.	Kode	Nama Mesin	Dimensi (m)	
			Panjang	Lebar
1	MRT	Mesin Router	1.21	0.66
2	MTS1	Mesin Table Saw 1	1,00	0.82
3	MTS2	Mesin Table Saw 2	1,00	0.82
4	MBR	Mesin Bor	0.70	0.56
5	MSP	Mesin Spindle	0.74	0.70
6	MRD1	Mesin Radial 1	2.44	1.16
7	MRD2	Mesin Radial 2	1.80	0.85
8	MJT1	Mesin Jointer 1	2,0	0.80
9	MJT2	Mesin Jointer 2	2,0	0.80
10	MPL	Mesin Plenner	1.05	0.70
11	MCH	Mesin Chisel	0.50	0.50
12	MAM	Amplas Mesin	1.30	1.30

Sumber : UD. Tri Rejeki, Madiun

Tabel 2. Jenis *Part* (komponen)

No	Nama <i>Part</i>	Kode	Ukuran (cm)			Jumlah (unit)	Jumlah Produksi (unit)
			p	l	t		
1	Sunduk rak	A	17	2	0,95	12	720
2	Jari – jari	B	32	0,95	0,95	36	2160
3	Rak	C	25	2	1	36	2160
4	Sunduk bawah (depan/belakang)	D	27	2,5	2	12	720
5	Sunduk atas (depan/belakang)	E	27	2,5	2	2	120
6	Sunduk belakang	F	28	1	1	6	360
7	Sunduk samping bawah	G	17	2,5	2	2	120
8	Sunduk samping atas	H	17	2,5	2	2	120
9	Sunduk samping tengah	I	17	2,5	2	4	240
10	Atas rak	J	34	22	2,5	1	60
11	Kaki	K	107,5	2,5	2,5	4	240

Sumber : UD. Tri Rejeki, Madiun

Tabel 3. *Incident Matrix*

Mesin Part	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
3	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
5	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
6	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
7	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
8	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
9	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
11	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1

Sumber : UD. Tri Rejeki, Madiun

Tabel 4. *Matrix* Jarak Antar Mesin

Mesin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		5.73	6.62	2.90	8.02	3.31	6.10	11.02	15.33	9.66	12.26	13.27
2	5.73		2.80	2.86	6.10	9.72	7.71	9.05	15.13	9.96	12.73	12.21
3	6.62	2.80		4.42	3.37	4.12	11.02	6.25	12.45	7.53	10.23	9.45
4	2.96	2.87	4.41		6.47	3.21	6.66	9.97	15.31	9.72	12.50	12.76
5	8.02	6.10	3.37	6.83		4.73	4.31	3.15	14.07	4.38	11.97	6.12
6	3.31	4.70	4.12	3.23	4.74		3.45	7.71	12.30	8.66	9.43	10.06
7	11.11	7.73	6.04	6.67	12.68	3.46		6.18	9.27	3.63	11.19	7.54
8	11.05	10.06	6.27	11.69	3.15	7.72	6.16		6.61	3.98	5.46	3.37
9	15.35	15.15	17.45	15.31	9.08	12.33	9.26	6.61		5.66	3.24	3.31
10	9.68	9.98	7.55	9.74	4.39	6.68	3.64	3.98	5.68		2.81	9.03
11	6.91	12.75	10.25	17.52	6.96	9.41	6.17	5.46	3.24	2.82		3.41
12	13.29	12.23	9.47	12.78	11.13	10.06	8.51	3.32	3.32	4.04	9.74	

Sumber : UD. Tri Rejeki, Madiun

$$\text{Kapasitas alat angkut} = \frac{\text{Ukuran kereta dorong}}{\text{Ukuran komponen}}$$

$$\text{Contoh : untuk part Sunduk Rak} = \frac{720}{4643,96}$$

$$\begin{aligned} \text{Contoh : Untuk part Sunduk Rak} &= \frac{60 \times 50 \times 50}{17 \times 2 \times 0,95} \\ &= 4643,96 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$= 0,16 \approx 1 \text{ kali}$$

Frekwensi pemindahan bahan ditentukan oleh kapasitas mesin dan kapasitas alat angkut dengan perhitungan sebagai berikut :

Berdasarkan jarak antar mesin dan frekwensi aliran bahan, maka dapat ditentukan jarak total *material handling*.
sebagai berikut:

Total jarak material handling = frekwensi x jarak pemindahan

$$\text{Frekwensi pemindahan bahan} = \frac{\text{Kapasitas mesin}}{\text{Kapasitas Alat Angkut}}$$

$$\begin{aligned} \text{Contoh : untuk part sunduk rak} &= 1 \times 20,44 \\ &= 20,44 \text{ m} \end{aligned}$$

Table 5. Total Jarak *Material Handling*

No	Nama Part	Routing Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Kapasitas (Unit)	Frekwensi	Jarak (Meter)	Total Jarak (Meter)
1	Sunduk rak	8-2-6-10	720	4643,96	1	28,44	28,44
2	Jari – jari	8-2-6-10-12	2160	5193,91	1	37,47	37,47
3	Rak	8-2-6-10-12	2160	3000	1	37,47	37,47
4	Sunduk bawah (depan/belakang)	8-2-6-10-12-7-5-11	720	1111,11	1	70,63	70,63
5	Sunduk atas (depan/belakang)	8-2-6-10-12-7-4	120	1111,11	1	57,66	57,66
6	Sunduk belakang	8-2-6-10-12	360	5357,14	1	37,47	37,47
7	Sunduk samping bawah	8-2-6-10-12-7-11	120	1764,71	1	57,15	57,15
8	Sunduk samping atas	8-2-6-10-12-7-11-4	120	1764,71	1	74,67	74,67
9	Sunduk samping tengah	8-2-6-10-12-7-11	240	1764,71	1	57,15	57,15
10	Atas rak	8-2-6-10-12-5-9-3-7-1	60	80,2	1	102,25	102,25
11	Kaki	8-2-6-10-12-11-1	240	223,26	2	108,24	108,24
Jumlah Total Jarak <i>Material Handling</i>							668.60

Sumber : Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa total jarak *material handling* adalah 668,60 m/hari. Total jarak *material handling* ini menunjukkan jarak yang harus dilalui oleh *material handling* tiap *part* dari satu tingkat ke tingkat proses produksi berikutnya pada satu hari proses.

2. Perhitungan Biaya Material Handling

Komponen – komponen yang terlibat dalam biaya *material handling* sbb:

1. Tenaga kerja yang memindahkan material 3 orang.
2. Upah tenaga kerja Rp 800.000,00 / bulan = Rp 30.769,23 / hari
3. Alat angkut berjumlah 4 buah, harga @Rp 450.000,00
4. Umur ekonomis alat angkut 10 tahun

5. Jumlah hari kerja per bulan 26 hari

a. Penentuan biaya depresiasi per hari dengan metode garis lurus (*straight line*)

$$P = 4 \times \text{Rp. } 450.000$$

$$N = 10 \text{ thn} = 3.120 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya depresiasi per hari} = \frac{P (\text{Jumlah alat angkut} \times \text{Harga alat angkut})}{N (\text{umur ekonomis alat angkut})}$$

$$\text{Biaya depresiasi / hari} = \frac{1.800.000}{3.120} = \text{Rp. } 576,92 / \text{hari}$$

b. Total Biaya Operasional per hari

$$\text{Biaya Operasional} = \text{Biaya Depresiasi} + \text{Biaya Operator}$$

$$= \text{Rp. } 576,92 + (3 \times \text{Rp. } 30.769,23)$$

$$= \text{Rp. } 92.884,61$$

c. Biaya *Material Handling* per meter

$$\begin{aligned} \text{Biaya material handling / meter} &= \frac{\text{Biaya Operasional}}{\text{Total jarak Material Handling}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 92.884,61}{668,6} \\ &= \text{Rp. } 138,93 / \text{meter} \end{aligned}$$

Tabel 6 Total Biaya *Material Handling*

No	Nama Part	Routing Produksi	Jarak (Meter)	Biaya <i>Material Handling</i> / meter (Rp)	Total Biaya <i>Material Handling</i> (Rp)
1	Sunduk rak	8-2-6-10	28,44	138,93	3.951,17
2	Jari-jari	8-2-6-10-12	37,47	138,93	5.205,71
3	Rak	8-2-6-10-12	37,47	138,93	5.205,71
4	Sunduk bawah (depan/belakang)	8-2-6-10-12-7-5-11	70,63	138,93	9.812,63
5	Sunduk atas (depan/belakang)	8-2-6-10-12-7-4	57,66	138,93	8.010,70
6	Sunduk belakang	8-2-6-10-12	37,47	138,93	5.205,71
7	Sunduk samping bawah	8-2-6-10-12-7-11	57,15	138,93	7.939,85
8	Sunduk samping atas	8-2-6-10-12-7-11-4	74,67	138,93	10.373,90
9	Sunduk samping tengah	8-2-6-10-12-7-11	57,15	138,93	7.939,85
10	Atas rak	8-2-6-10-12-5-9-3-7-1	102,25	138,93	14.205,59
11	Kaki	8-2-6-10-12-11-1	108,24	138,93	15.037,78
Jumlah Total Biaya <i>Material Handling</i>					92.888,60

Sumber : Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan, total biaya *material handling* Rp 92.888,60/hari. Total biaya *material handling* ini menunjukkan besarnya ongkos penanganan material yang harus

dilalui oleh *material handling* tiap part dari satu tingkat ke tingkat proses produksi berikutnya pada satu hari proses.

Pemilihan metode heuristic yang terbaik

Tabel 7. Perbandingan ROC I, ROC II, SLC, CLC

Metode	Grouping Efficiency (n)	Grouping Efficacy (τ)	Grouping Measure (η_z)
ROC I	0.571	0.298	0.011
ROC II	0.571	0.298	0.011
SLC	0.802	0.561	0.534
CLC	0.827	0.641	0.617

Sumber : Pengolahan Data

Dari perhitungan data menurut CMS dengan metode algoritma *heuristic*, maka dipilih metode yang terbaik adalah CLC, karena memiliki nilai efisiensi yang tinggi yaitu 0,827. Setelah diperoleh metode CLC, dicari jarak dan biaya *material handling* usulan.

Analisis Data

1. Perhitungan jarak material handling usulan

Setelah terbentuk urutan mesin terbaik, urutan mesin pada layout awal diganti dengan urutan mesin usulan. Karena posisinya tetap dan hanya urutan mesinnya yang berubah, maka matriks jarak *material handling* antara setiap posisi mesin produksi pada layout usulan sama dengan matriks awal

Tabel 8. Matrix Jarak antar Mesin Usulan

Mesin	2	6	8	10	12	7	11	4	1	3	9	5
2		5.73	6.62	2.90	8.02	3.31	6.10	11.02	15.33	9.66	12.26	13.27
6			2.80	2.86	6.10	9.72	7.71	9.05	15.13	9.96	12.73	12.21
8				4.42	3.37	4.12	11.02	6.25	12.45	7.53	10.23	9.45
10					6.47	3.21	6.66	9.97	15.31	9.72	12.50	12.76
12						4.73	4.31	3.15	14.07	4.38	11.97	6.12
7							3.45	7.71	12.30	8.66	9.43	10.06
11								6.18	9.27	3.63	11.19	7.54
4									6.61	3.98	5.46	3.37
1										5.66	3.24	3.31
3											2.81	9.03
9												3.41
5												

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 9. Total Jarak *Material Handling* Usulan

No	Nama Part	Routing Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Kapasitas (Unit)	Frekuensi	Jarak (Meter)	Total Jarak (Meter)
1	Sunduk rak	8 – 2 – 6 – 10	720	4643.96	1	23,52	23,52
2	Jari- jari	8 – 2 – 6 – 10 – 12	2160	5193.91	1	30,99	30,99
3	Rak	8 – 2 – 6 – 10 – 12	210	3000	1	30,99	30,99
4	Sunduk bawah (depan/belakang)	8 – 2 – 6 – 10 – 12 -7-11	720	1111,11	1	58,41	58,41
5	Sunduk atas (depan/belakang)	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 7 – 5-11	120	1111.11	1	47,68	47,68
6	Sunduk belakang	8 – 2 – 6 – 10 – 12-7-4	720	5357,14	1	30,99	30,99
7	Sunduk samping bawah	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 7 – 11	120	1764.71	1	47,26	47,26
8	Sunduk samping atas	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 11 - 4	120	1764.71	1	61,75	61,75
9	Sunduk samping tengah	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 11	240	1764.71	1	47,26	47,26
10	Atas rak	8 – 2 – 6 – 10 – 12 – 5-9-3-7-1	60	80.2	1	84,56	84,56
11	Kaki	8 – 2 – 6 – 10 – 12 -11-1	240	223.26	2	44,76	89,52
Jumlah Total Jarak <i>Material Handling</i>							552,92

Sumber : Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan di ketahui bahwa total jarak *material handling* adalah 552,92 m/hari. Total jarak *material handling* tiap part dari satu tingkat ke tingkat proses produksi berikutnya pada satu hari proses.

2. Perhitungan biaya *material handling* usulan

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui biaya *material handling* per meter adalah Rp. 138,93/ hari, maka dapat dihitung total biaya *material handling* usulan tiap part, sebagai berikut:

Tabel 10. Total biaya *material handling* usulan

No	Nama part	Routing produksi	Jarak (meter)	Biaya <i>material handling</i> /meter (Rp)	Total biaya <i>material handling</i> (Rp)
1	Sunduk rak	8 – 2 – 6 – 10	23,52	138.93	3.267,63
2	Jari- jari	8 – 2 – 6 – 10 – 12	30,99	138.93	4.305,44
3	Rak	8 – 2 – 6 – 10 – 12	30,99	138.93	4.305,44
4	Sunduk bawah (depan/belakang)	8 – 2 – 6 – 10 – 12-7-11	58,41	138.93	8.114,90
5	Sunduk atas (depan / belakang)	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 7 – 4	47,68	138.93	6.624,18
6	Sunduk belakang	8 – 2 – 6 – 10 – 12	30,99	138.93	4.305,44
7	Sunduk samping bawah	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 7 – 11 - 4	47,26	138.93	6.565,83
8	Sunduk samping atas	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 11 - 4	61,75	138.93	8.578,93
9	Sunduk samping tengah	8 – 2 – 6 – 10 – 12 - 11	47,26	138.93	6.565,83
10	Atas rak	8 – 2 – 6 – 10 – 12 – 5-9-3-7-1	84,56	138.93	11.747,92

11	Kaki	8 – 2 – 6 – 10 – 12 -11-1	89,52	138.93	12.435,62
Jumlah total biaya <i>material handling</i>					76.817,16

Sumber : Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa total biaya *material handling* adalah Rp 76.817,16/ hari

Dimana nilai efisiensi dari jarak *material handling* dan biaya *material handling* sebesar 17,30%.

3. Nilai efisiensi jarak *material handling*

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi jarak} &= \frac{\sum \text{jarak sebelum} - \sum \text{jarak sesudah}}{\sum \text{jarak sebelum}} \times 100\% \\
 &= \frac{668,60 - 552,92}{668,6} \times 100\% \\
 &= \frac{115,68}{668,6} \times 100\% \\
 &= 17,30\%
 \end{aligned}$$

4. Nilai efisiensi biaya *material handling*

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Efisiensi biaya} &= \frac{\sum \text{biaya sebelum} - \sum \text{biaya sesudah}}{\sum \text{biaya sebelum}} \times 100\% \\
 &= \frac{92.888,60 - 76.817,16}{92.888,60} \times 100\% \\
 &= \frac{16.071,44}{92.888,60} \times 100\% \\
 &= 17,30\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai efisiensi tersebut menunjukkan besarnya keberhasilan dari rancangan tata letak fasilitas (mesin) usulan.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data serta analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan rancangan tata letak fasilitas (mesin) dari pengelompokan mesin – *part* dari CMS dengan metode Algoritma *heuristic* CLC telah terjadi pengurangan jarak dari 668,60 m/hari menjadi 552,92 m/hari dan pengurangan biaya dari Rp92.888,60/hari menjadi Rp 76.817,16/hari.

SARAN

Hasil pembentukan sel manufaktur dan layout baru yang diusulkan dari aplikasi CLC dapat dijadikan pembandingan dengan kondisi layout awal yang dimiliki perusahaan dari segi efisiensi dan efektivitas proses produksi. Dan untuk memperoleh hasil yang lebih baik, perlu dilakukan penelitian dengan metode yang lain sebagai bahan pertimbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple J.M. 1990. *Tata Letak Pabrik & Pemindahan Bahan*. Edisi Ketiga ITB. Bandung
- Assauri, Sofyan. 2008. *Manajemen Produksi & Operasi*. FE UI. Jakarta
- Kusiak, A.I. 1990. *Intelligent Manufacturing Systems – Group Technology : Models and Algorithms*. Prentice Hall International series in Industrial and Systems Engineering.
- Miltenburg, J., and Zhang, W. 2001. *A Comparative Evaluation of Nine Well – known Algorithms for Solving The Cell Formation Problems in Group Technology*, Journal of Applied Mathematics & Decision Sciences. 5(3), 253 – 268
- Purnomo, H. 2004. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Jogjakarta.
- Sigh, N & Rajamani, D. 1996. *Cellular Manufacturing System : Design, Planning, and Control*. Chapman & Hall
- Wignjosoebroto, S. 2003. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi Ketiga. Guna Widya. Surabaya