

PEMBENTUKAN SEL-SEL MESIN UNTUK MENDAPATKAN PENGURANGAN JARAK DAN BIAYA *MATERIAL HANDLING* DENGAN METODE HEURISTIK DI PT. BENGKEL COKRO BERSAUDARA

Bambang Purwanggono, Andre Sugiyono
Program Studi Teknik Industri UNDIP
Email : purwanggono@yahoo.com

Abstrak

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik dengan memanfaatkan luas seoptimal mungkin guna menunjang kelancaran proses produksi. Tata letak fasilitas pada PT. Cokro Bersaudara diatur berdasarkan *process layout* dimana segala jenis mesin / fasilitas produksi lainnya yang memiliki tipe atau jenis yang sama ditempatkan dalam satu tempat. Dengan *layout* seperti itu perusahaan memperoleh keuntungan berupa fleksibilitas dalam memproduksi produk yang memiliki tingkat variasi yang tinggi, namun sebagai akibatnya perusahaan menghadapi permasalahan berupa tingginya kebutuhan *material handling*.

Cellular Manufacturing System adalah aplikasi dari *Group Technology* yang merupakan metode pengaturan fasilitas-fasilitas produksi yang dibutuhkan untuk memproses suatu *part family* tertentu kedalam sel manufaktur. Dengan menerapkan *Cellular Manufacturing System* dapat diketahui pengurangan jarak antar mesin dan biaya *material handling*.

Berdasarkan pengolahan data menggunakan algoritma heuristik yaitu *Bond Energy Algorithm* (BEA), *Rank Order Clustering* (ROC), dan *Rank Order Clustering 2* (ROC 2) disimpulkan bahwa metode terpilih adalah metode BEA, dengan mengelompokkan 6 mesin (M) dan 6 komponen (P) kedalam 2 sel manufaktur, dimana sel 1 (M4, M6, M1, M2, P2, P5, P6, P1) dan sel 2 (M4, M6, M1, M3, M5, P3, P4). Dengan perubahan *layout* ini didapatkan pengurangan total jarak *material handling* sebesar 428,06 meter dan pengurangan biaya *material handling* sebesar Rp. 2.111.316,058 / bulan

Kata Kunci : *Cellular Manufacturing System, Algoritma Heuristik, Gorup Technology*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatkan daya saing terhadap industri dari negara lain merupakan kesiapan yang sangat diperlukan oleh industri lokal dalam menghadapi penerapan pasar bebas saat ini. Untuk dapat bertahan dalam persaingan, suatu perusahaan juga harus mempunyai fleksibilitas yang tinggi. Salah satu cara untuk dapat mencapai hal tersebut adalah dengan menerapkan suatu tipe tata letak pabrik yang berorientasi pada peningkatan produktivitas dan fleksibilitas. Perusahaan Cokro Bersaudara sebagai tempat penelitian telah menerapkan *process layout* sebagai dasar tata letak pabrik dan *job shop* sebagai jenis sistem manufakturnya. Dengan demikian tingginya

tingkat variasi *part* dapat ditangani dengan baik, namun jika ditinjau berdasarkan jarak dan biaya *material handling* akan terjadi peningkatan karena terjadinya aliran proses yang panjang. Atas dasar inilah, dilakukan pendekatan *Group Technology* yang mengusahakan suatu *flow line* yang dapat menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi disertai tingkat fleksibilitas yang tinggi pula untuk mengerjakan berbagai komponen sesuai dengan permintaan konsumen, dengan cara mengelompokkan mesin-mesin dan *part-part* ke dalam sel manufaktur. *Cellular Manufacturing* (CM) merupakan penerapan langsung filosofi *Group Technology* dalam proses manufaktur.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat dirumuskan bahwa permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang ulang susunan tata letak mesin yang digunakan saat ini dengan susunan tata letak mesin yang baru?
2. Apakah dengan menerapkan *cellular manufacturing system* mampu menciptakan suatu *layout* fasilitas perusahaan dengan jarak dan biaya *material handling* yang lebih pendek?
3. Berapa besar pengurangan jarak *material handling* yang terjadi sebelum dan sesudah *relayout*?
4. Berapa besar pengurangan biaya *material handling* yang terjadi sebelum dan sesudah *relayout*?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar persoalan yang dibahas dalam penelitian ini tidak terlalu meluas (lebih terarah) dan tanpa mengurangi tujuan yang dicapai, maka perlu diadakan pembatasan ruang lingkup persoalan, yaitu dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Tata letak fasilitas yang ada saat ini dipakai sebagai referensi untuk melakukan pengelompokan mesin kedalam sel.
2. Komponen yang diteliti adalah komponen tetap yang diproduksi pada bulan Agustus.
3. Jumlah mesin yang digunakan dianggap telah sesuai dengan kebutuhan, sehingga tidak dilakukan analisis mesin.
4. Urutan proses yang digunakan adalah urutan proses yang dipakai oleh perusahaan saat ini.
5. Tidak dilakukan pembahasan yang berkaitan dengan waktu.
6. Tidak dilakukan pembahasan mengenai titik balik dari biaya yang timbul akibat perbaikan yang diusulkan.
7. Data biaya yang digunakan untuk perhitungan biaya *material handling* hanya upah tenaga kerja per bulan dan harga alat angkut.

8. Metode pembentukan sel manufaktur yang diterapkan antara lain metode *Bond Energy Algorithm (BEA)*, *Rank Order Clustering (ROC)* dan *Rank Order Clustering 2 (ROC 2)*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan usulan alternatif tata letak fasilitas produksi yang efektif dan efisien dengan menerapkan konsep *Cellular Manufacturing System*.
2. Mengetahui total pengurangan jarak *material handling* sebelum dan sesudah adanya *relayout*.
3. Mengetahui total pengurangan biaya *material handling* sebelum dan sesudah adanya *relayout*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan bantuan sumbangan pemikiran pada perusahaan dalam hal usulan tata letak efisien berdasarkan jarak dan biaya untuk meningkatkan keuntungan perusahaan.
2. Meningkatkan efektifitas dan efisiensi perusahaan yang meliputi minimalisasi jarak dan biaya *material handling* serta memperkecil kerugian yang diakibatkan oleh pengaturan tata letak fasilitas yang kurang baik.
3. Memperluas dan memperdalam pengetahuan dan wawasan pemikiran mengenai pemecahan permasalahan perencanaan dan perancangan fasilitas produksi khususnya *cellular manufacturing system*.

Sebuah bentuk aplikasi teori yang diajarkan dalam kuliah pada perusahaan (sistem nyata)

2. LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Umum Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik dengan memanfaatkan

luas area seoptimal mungkin guna menunjang kelancaran proses produksi (Wignjosoebroto: 1996, hal 67).

2.2 Tipe-Tipe Tata Letak Dalam Sistem Manufaktur

Terdapat empat tipe dasar tata letak yang digunakan dalam sistem manufaktur (Singh & Rajamani: 1996, hal 182) yaitu :

1. Fixed Layout
2. Product Layout
3. Process Layout
4. Group / Cell Layout

2.3 Konsep Dasar Group Technology

Group Technology merupakan sebuah filosofi yang dapat membantu meningkatkan efisiensi dengan mengklasifikasikan produk yang mirip ke dalam *family*. *GT layout* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori :

1. *GT flow line layout*
2. *GT cell layout*
3. *GT center layout*

2.4 Pembentukan Sel Manufaktur

2.4.1 Pembentukan Production Flow Analysis (PFA)/ Incident Matriks.

PFA atau biasa disebut juga *incident matrix* merupakan suatu prosedur sistematis yang menganalisa informasi dari rute proses pembuatan suatu *part* (Singh dan Rajamani: 1996, hal 34). PFA ini terdiri atas masukan 0 dan 1, dimana sebuah masukan 1 menunjukkan bahwa mesin digunakan sedangkan masukan 0 menunjukkan bahwa mesin tidak digunakan untuk memproses *part* yang bersangkutan.

2.4.2 Metode Pembentukan Sel Manufaktur

1. Bond Energy Algorithm (BEA)

Bond Energy Algorithm (BEA) diperkenalkan pertama kali oleh Mc Cormick, Schweitzer dan White (1972) untuk mengidentifikasi dan membentuk pengelompokan atau pengklasteran

variable-variabel data yang memiliki urutan kompleks (Singh dan Rajamani: 1996, hal 38). Algoritma untuk menentukan nilai ME dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Perhitungan Kolom

$$ME(kolom) = \sum_{p=1}^i \sum_{m=1}^M a_{pm} x a_{p+1,m}$$

b. Perhitungan Baris

$$ME(kolom) = \sum_{m=1}^i \sum_{p=1}^p a_{pm} x a_{p,m+1}$$

2. Rank Order Clustering (ROC)

Algoritma ini diperkenalkan oleh King (1980) untuk pengelompokkan *part* mesin. Metode ini memberikan teknik perhitungan matematis yang simpel, efektif dan efisien (Singh dan Rajamani: 1996, hal 42).

Algoritmanya adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Baris

$$C_m = \sum_{p=1}^p 2^{p-p} . a_{pm}$$

c. Perhitungan Kolom

$$r_p = \sum_{m=1}^M 2^{M-m} . a_{pm}$$

3. Rank Order Clustering 2 (ROC 2)

ROC 2 diperkenalkan pertama kali oleh King dan Nakorchai (1982), algoritma dimulai dengan mengidentifikasi kolom pada sisi sebelah kanan pada semua baris untuk semua nama *part* atau mesin yang memiliki nilai 1 pada *incident matrik* (Singh dan Rajamani: 1996, hal 46).

2.5 Performance Measure

Untuk melakukan pemilihan alternatif dari pembentukan sel manufaktur yang terbaik, maka dibutuhkan suatu perbandingan kualitas solusi / penyelesaian. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengukuran yang disebut dengan *performance measure*. Disini terdapat tiga *performance measure*, yaitu (Singh dan Rajamani: 1996, hal 58):

a. *Grouping Efficiency* (η)

$$\eta = w\eta_1 + (1-w)\eta_2$$

b. *Grouping Efficacy* (τ)

$$\tau = \frac{o - e}{o + v}$$

c. *Grouping Measure* (η_g)

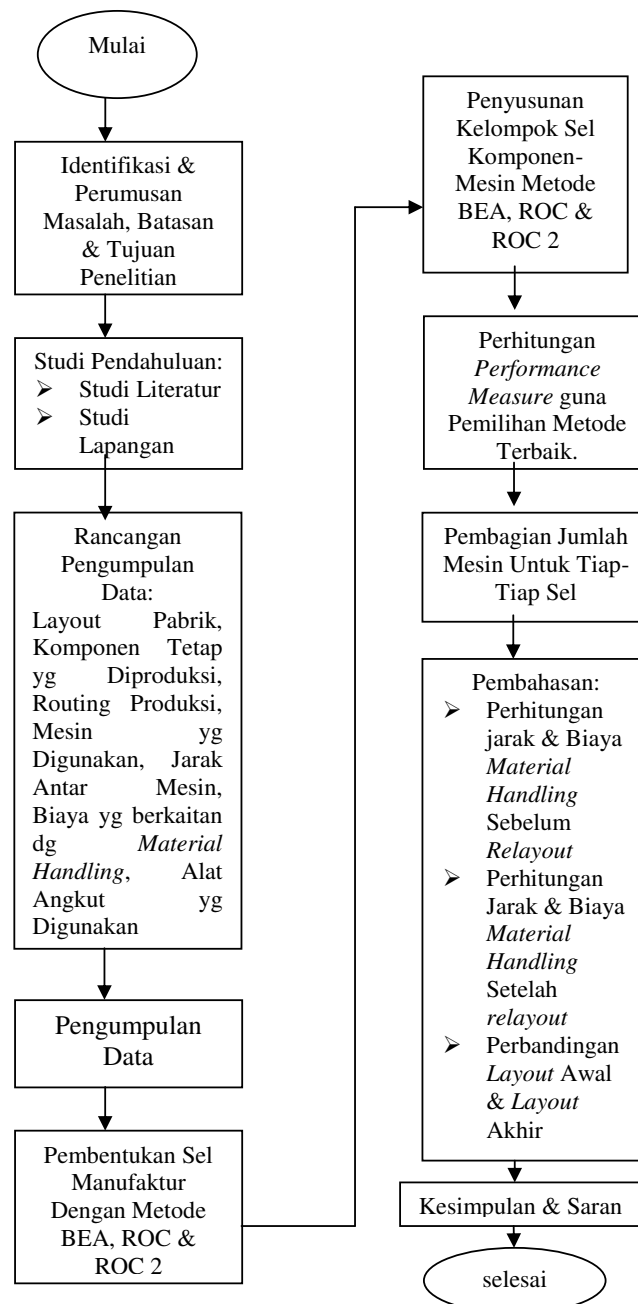
$$\eta_g = \eta_u - \eta_m, -1 \leq \eta_g \leq 1$$

2.6 Material Handling

Material handling dapat dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan / *handling*, pemindahan / *moving*, pembungkusan / pengepakan / *packaging*, penyimpanan / *storing* sekaligus pengendalian / pengawasan / *controlling* dari bahan atau *material* (Wignjosoebroto: 1996, hal 212).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir metodologi penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini.



4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini didapatkan hasil dan pembahasan sebagai berikut:

4.1 Pengumpulan Data

4.2.1 Production Flow Analysis (PFA)

Tabel 4.6 Matrik Awal Komponen-Mesin

Komponen \ Mesin	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	0	0	1	1
3	1	0	1	1	0	0
4	0	1	0	1	1	1
5	0	0	1	1	0	0
6	1	1	1	1	1	1

4.2.1 Bond Energy Algorithm (BEA)

- Perhitungan ukuran efektifitas (ME) komponen/kolom

Tabel 4.7 Hasil Pemilihan Permutasi Urutan Kolom Setiap Tahap Perhitungan ME

Tahap	Urutan kolom yang dipilih	Nilai ME
1	2-5	4
2	2-5-6	8
3	2-5-6-1	11
4	2-5-6-1-3	14
5	2-5-6-1-3-4	18

- Perhitungan ukuran efektifitas (ME) mesin/baris

Tabel 4.8 Hasil Pemilihan Permutasi Urutan Baris Setiap Tahap Perhitungan ME

Tahap	Urutan kolom yang dipilih	Nilai ME
1	6-1	6
2	6-1-2	10
3	4-6-1-2	14
4	4-6-1-2-3	15
5	4-6-1-2-3-5	17

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi antara lain seperti yang terdapat dalam lampiran 1.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan beberapa metode antara lain :

Dari hasil perhitungan maka diperoleh matrik akhir komponen-mesin adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Matrik Akhir Pengelompokan Komponen-Mesin dengan BEA

Komponen \ Mesin	2	5	6	1	3	4
4	1	1	1	0	0	1
6	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0	0
3	0	0	0	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1

4.2.2 Rank Order Clustering (ROC)

Tabel 4.10 Tabel perhitungan *Desimal equivalen* Untuk Baris yang Pertama

Komponen \ Mesin	1	2	3	4	5	6	2^{P-p}
1	1	1	1	1	1	1	2^5
2	1	1	0	0	1	1	2^4
3	1	0	1	1	0	0	2^3
4	0	1	0	1	1	1	2^2
5	0	0	1	1	0	0	2^1
6	1	1	1	1	1	1	2^0
2^{M-m}	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Bobot biner

➤ Penyusunan baris

Dilakukan perhitungan baris, dimana hasil perhitungannya disebut *desimal equivalen* dan nilai tersebut diranking, kemudian diurutkan dari yang terbesar ke terkecil. Nilai *desimal equivalen* didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$C_m = \sum_{p=1}^P 2^{P-p} . a_{pm}$$

➤ Penyusunan Kolom

Perhitungan kolom sama seperti perhitungan yang dilakukan untuk penyusunan baris. Namun, rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *desimal equivalen* adalah sebagai berikut:

$$r_p = \sum_{m=1}^M 2^{M-m} . a_{pm}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh matrik akhir adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Matrik Akhir pengelompokkan Komponen-Mesin Dengan ROC

Komponen \ Mesin	1	2	5	6	4	3
1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0	0
3	1	0	0	0	1	1
4	0	1	1	1	1	0
5	0	0	0	0	1	1

4.2.3 Rank Order Clustering 2 (ROC 2)

- Penyusunan baris untuk mengurutkan mesin

Tabel 4.12 Menyusun Urutan Mesin

Komponen \ Mesin	1	2	3	4	5	6
6	<u>1</u>	<u>2</u>	3	<u>4</u>	5	<u>6</u>
5	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	3	5
4	<u>1</u>	2	<u>4</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>5</u>
3	<u>1</u>	4	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	2
2	<u>1</u>	<u>6</u>	3	5	<u>4</u>	<u>2</u>
1	<u>1</u>	<u>6</u>	4	<u>2</u>	<u>3</u>	5
M	1	6	2	3	4	5

- Penyusunan kolom untuk mengurutkan komponen

Tabel 4.13 Menyusun Urutan Komponen

Komponen \ Mesin	1	2	3	4	5	6
5	1	2	<u>3</u>	<u>4</u>	5	6
4	3	<u>4</u>	1	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
3	<u>4</u>	2	5	6	<u>3</u>	<u>1</u>
2	4	3	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
6	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>3</u>
1	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>3</u>
M	1	2	5	6	4	3

Sehingga didapatkan hasil akhir matrik komponen-mesin metode ROC 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Matrik Akhir Pengelompokkan Komponen-Mesin Dengan ROC 2

Mesin \ Komponen	1	2	5	6	4	3
1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0	0
3	1	0	0	0	1	1
4	0	1	1	1	1	0
5	0	1	1	1	1	0

4.2.4 Penyusunan Kelompok Sel Komponen-Mesin

Penyusunan kelompok sel komponen-mesin dari ketiga metode dilakukan oleh penulis sedemikian rupa sehingga diperoleh *Grouping Efficiency* (η), *Grouping Efficacy* (τ) dan *Grouping Measure* (η_g) semaksimal mungkin. Susunan kelompok komponen-mesin tersebut dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2.5 Perhitungan Performance Measure

Perhitungan *performance measure* digunakan untuk memilih alternatif pengelompokkan sel manufaktur terbaik dari ketiga metode.

➤ Metode BEA

Susunan 1

Diketahui : M = 6 P = 6 o = 25

w = 0,5 e = 2 v = 1

d = 24

a. *Grouping Efficiency* (η)

$$\eta_1 = \frac{o - e}{o - e + v}$$

$$\eta_1 = \frac{25 - 2}{25 - 2 + 1} = 0,958$$

$$\eta_2 = \frac{(M)(P) - o - v}{(M)(P) - o - v + e}$$

$$\eta_2 = \frac{(6)(6) - 25 - 1}{(6)(6) - 25 - 1 + 2} = 0,833$$

jadi

$$\eta = w\eta_1 + (1 - w)\eta_2$$

$$\eta = (0,5)(0,958) + (1 - 0,5)0,833$$

$$\eta = 0,896$$

b. *Grouping Efficacy* (τ)

$$\tau = \frac{o - e}{o + v}$$

$$\tau = \frac{25 - 2}{25 + 1} = 0,885$$

c. *Grouping Measure* (η_g)

$$\eta_g = \eta_u - \eta_m, -1 \leq \eta_g \leq 1$$

dimana:

$$\eta_u = \frac{d}{d + v}, 0 \leq \eta_u \leq 1$$

$$\eta_u = \frac{23}{23 + 1} = 0,958$$

$$\eta_m = 1 - \frac{d}{o}, 0 \leq \eta_m \leq 1$$

$$\eta_m = 1 - \frac{23}{25} = 0,08$$

$$\text{maka : } \eta_g = 0,958 - 0,04 = 0,878$$

Hasil perhitungan *performance measure* susunan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 3.

Dari hasil perhitungan susunan ke-3 metode BEA memiliki nilai *performance measure* yang lebih tinggi. Oleh karena itu, kita menggunakan hasil pengelompokkan tersebut untuk perhitungan dan analisa berikutnya. Dimana pengelompokkan tersebut terbagi kedalam 2 sel manufaktur.

Sel 1 :

Part family = 2 – 5 – 6 – 1

Machine group = 4 – 6 – 1 – 2

Sel 2 :

Part family = 3 – 4

Machine group = 4 – 6 – 1 – 3 – 5

4.2.6 Pembagian Jumlah Mesin Untuk Tiap-Tiap Sel

Pembagian jumlah mesin masing-masing sel dilakukan dengan menggunakan hasil perkalian waktu proses dengan jumlah komponen tiap bulan. Adapun tabel

perhitungannya terdapat dalam lampiran 4.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Perhitungan Jarak dan Biaya Material Handling Sebelum Relayout

Berdasarkan jarak antar mesin dan frekuensi *material handling*, dapat ditentukan total jarak yang ditempuh selama kegiatan proses produksi. Tabel hasil perhitungan total jarak adalah sebagai berikut:

Tabel 4.24 Total Jarak Material Handling Pada Layout Awal

No	Nama Komponen	Frekuensi	Jarak (m)	Total jarak (m)
1	Roda gigi lurus	15	52,11	781,65
2	Roda gigi gear box	10	45,64	456,4
3	Balance site	6	32,11	192,66
4	Balance disck	6	42,88	257,28
5	Gear mesin tambang	5	45,64	228,2
6	Pinion gear motor	8	45,64	365,12
Jumlah jarak total				2281,31

Sedangkan biaya *material handling* per meter adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan *depresiasi* atau penyusutan alat angkut.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{jml alat angkut} \times \text{harga alat angkut} \times \text{umur ekonomis}}{12 \text{ bln}} \\
 &= \frac{1 \times \text{Rp. } 250.000}{10 \times 12} \\
 &= \text{Rp. } 2.083,33 / \text{bulan}
 \end{aligned}$$

- b. Total biaya operasional per bulan
 = Biaya *depresiasi* + Biaya Operator
 = Rp. 2.083,33 + (25 x Rp. 450.000)
 = Rp. 11.252.083,33 / bulan

- c. Biaya *material handling* per meter

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Biaya Operasional}}{\text{Total Jarak}} \\
 &= \frac{\text{Rp. } 11.252.083,33}{2281,31} \\
 &= \text{Rp. } 4.932,29 / \text{meter}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Perhitungan Jarak dan Biaya *Material Handling* Setelah *Relayout*

Tabel 4.25 Total Jarak *Material Handling* Setelah *Relayout*

No	Nama Komponen	Frekuensi	Jarak (m)	Total jarak (m)
1	Roda gigi lurus	15	37,04	555,6
2	Roda gigi gear box	10	34,65	346,5
3	Balance site	6	36,42	218,52
4	Balance disck	6	47,03	282,18
5	Gear mesin tambang	5	34,65	173,25
6	Pinion gear motor	8	34,65	277,2
Jumlah jarak total				1853,25

Berdasarkan kedua tabel diatas terdapat pengurangan jarak *material handling* sebesar $2281,31 - 1853,25 = 428,06$ meter / bulan.

Setelah didapatkan pengurangan jarak, maka dapat dihitung biaya *material handling* setelah *relayout* per bulan.

- Biaya *material handling* sebelum *relayout*
= Rp. 4.932,29 x 2281,31 meter
= Rp. 11.252.082,5 / bulan
- Biaya *material handling* setelah *relayout*
= Rp. 4.932,29 x 1853,25 meter
= Rp. 9.140.766,443 / bulan
- Pengurangan biaya *material handling*
=Rp. 11.252.082,5 – Rp. 9.140.766,443
= Rp.2.111.316,058/bulan

4.3.3 Perbandingan *Layout* Awal dan *Layout* Akhir (Usulan)

Pada bagian awal sudah dikenalkan bahwa perusahaan Cokro Bersaudara menggunakan jenis *process layout* yang menempatkan segala jenis mesin/fasilitas produksi lainnya yang memiliki tipe/jenis yang sama kedalam satu tempat.

Group Technology mempunyai 3 macam tipe layout yang dapat digunakan untuk menentukan *layout* mesin yaitu *GT flow line*, *GT cell* dan *GT center*. *GT flow line* digunakan bila semua komponen

melalui urutan mesin yang sama dan pengaturan mesinnya mengikuti aturan *machine after machine*. Penerapannya membutuhkan area yang luas untuk menempatkan mesin yang ada. *GT cell* memungkinkan komponen untuk bergerak bebas dari mesin satu ke mesin yang lain dalam sel yang terbentuk. Sel akan bersifat *independent* karena setiap sel mempunyai alokasi mesin yang banyak sesuai dengan proses produksi komponen yang terkelompok dalam sel tersebut. *GT center* merupakan tipe *layout* yang didasarkan pada penyusunan mesinnya. Dimana letak setiap jenis mesinnya terdapat pemisahan yang jelas sehingga sangat mungkin apabila jenis mesin lebih dari satu. Dari ketiga tipe *layout* diatas yang sesuai dengan kondisi perusahaan dan dipilih untuk usulan *layout* adalah *GT center* dimana pada *layout* ini mesin-mesin diatur dengan posisi yang berdekatan. Gambar perbandingan *layout* awal dan *layout* akhir terdapat dalam lampiran 5.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan pada PT. Cokro Bersaudara Semarang diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menerapkan konsep *Cellular Manufacturing System* ternyata mampu memberikan usulan alternatif tata letak fasilitas produksi yang efektif dan efisien yaitu *layout* berdasarkan *GT Center*.
2. Berdasarkan perhitungan performansi dari ketiga metode yang digunakan ternyata metode BEA dipilih sebagai metode terbaik karena memiliki nilai *performance measure* tertinggi. Dengan nilai *grouping efficiency* (η) sebesar 0,912, *grouping efficacy* (τ) sebesar 0,889, dan *grouping measure* (η_g) sebesar 0,883.
3. Metode BEA membentuk sel manufaktur dengan mengelompokkan 6 jenis mesin dan 6 jenis komponen kedalam 2 sel manufaktur sebagai berikut :

Sel	Mesin	Komponen
Sel 1	4, 6, 1, 2	2, 5, 6, 1
Sel 2	4, 6, 1, 3, 5	3, 4

4. Dengan menerapkan sel manufaktur yang terbentuk, maka total jarak *material handling* mengalami pengurangan sebesar 428,06 meter / bulan.
5. Dengan menerapkan sel manufaktur yang terbentuk, maka biaya *material handling* mengalami pengurangan sebesar Rp. 2.111.316,058 / bulan.

5.2 Saran

Saran yang dikemukakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dan juga sebagai lanjutan dari penelitian ini adalah :

1. *Layout* yang diusulkan perlu dicoba untuk diterapkan tanpa mengabaikan kondisi awal perusahaan dan keterbatasan lain yang dimiliki oleh perusahaan.
2. Pembentukan sel manufaktur akan berpengaruh terhadap perencanaan produksi, sehingga dapat diarahkan pada permasalahan perencanaan produksi.
3. Perubahan *layout* yang terjadi akan sangat baik jika pendekatan yang

dilakukan untuk mengetahui karakteristik sistem dilakukan dengan mengaplikasikannya melalui simulasi sistem.

Daftar Pustaka

1. Assauri, Sofyan, *Manajemen Produksi*, Lembaga Penerbit FE UI, Jakarta, 1980.
2. Apple, James M., *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, ITB, Bandung, 1990.
3. Ekawati, Yuni, *Penerapan Metode Heuristik Dalam Pembentukan Cellular Manufacturing Layout*, Program Studi Teknik Industri UNDIP, Semarang, 2003.
4. Hendarto, Dani, *Penerapan Cellular Manufacturing System Untuk Meminimasi Waktu Siklus Dengan Menggunakan Algoritma Heuristik Similarity Coeficient*, UII, Jogjakarta, 2002.
5. Heragu, Sunderesh, *Facilities Design*, PWS Publishing Company, Boston, 1997.
6. Kusiak, Andrew, *Intelligent Manufacturing System*, Prentice Hall, New Jersey, 1990.
7. Purnomo, Hari, *Diktat Kuliah I Tata Letak Pabrik*, Jogjakarta, 1998.
8. Purnomo, Hari, *Diktat Kuliah II Tata Letak Pabrik*, Jogjakarta, 1998.
9. Singh, Nanua dan Divakar Rajamani, *Cellular Manufacturing System, Design, Planning and Control*, Chapman & Hall, London, 1996.
10. Wignjosoebroto, Sritomo, *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, Penerbit Guna Widya, Jakarta, 1996.