

## **APLIKASI GROUP TECHNOLOGY BERDASARKAN ANALISIS PART DAN MESIN UNTUK MENENTUKAN ONGKOS PERPINDAHAN MATERIAL**

Joko Susetyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 28 Oktober 2010, revisi masuk : 11 Januari 2011, diterima: 27 Januari 2011

### **ABSTRACT**

*Bond Energy Algorithm (BEA) is a method that used in this group technology. This method is used for analyzing and for group is machine-part into manufacture cell. Euclidean distance is used for measuring material handling distance. BEA method becomes a model on stating the expense. The choice is done with performance measure calculation. Based on grouping result using Bond Energy Algorithm method produce five manufacture cell, they are cell 1 from machine 1 and part 14-12, cell 2 from machine 2-3-8-9 and part 4-11-13, cell 3 from machine 4 and part 10-1, and cell 4 from machine 5 and part 6-2. Cell 5 machine 7-6 and part 5-3-9-7-8. The result of material handling distance measurement is 220.97 meters with material handling cost Rp 12,245,832.57 per month. Based on the result of group technology lay out produce or yield material handling cost that can be used as new alternative on designing lay out.*

*Key Words: Material handling, Group Technology, Manufacture lay out.*

### **INTISARI**

Metode yang digunakan dalam group teknologi ini adalah *Bond energy algorithm* (BEA). Metode tersebut digunakan untuk menganalisis dan mengelompokkan part-mesin kedalam sel manufaktur. Adapun perhitungan jarak perpindahan material yang digunakan adalah *euclidean distance*. Dari metode BEA tersebut akan menjadi acuan dalam menentukan ongkos, adapun pemilihan tersebut dilakukan dengan perhitungan *performance measure*. Dari hasil pengelompokkan dengan metode *Bond energy algorithm* (BEA) menghasilkan 5 sel manufaktur dimana sel 1 terdiri dari mesin 1 dan part 14-12, Sel 2 terdiri dari mesin 2-3-8-9 dan part 4-11-13, Sel 3 terdiri dari mesin 4 dan part 10-1 dan Sel 4 terdiri dari mesin 5 dan part 6-2. Sel 5 terdiri dari mesin 7-6 dan part 5-3-9-7-8 hasil perhitungan jarak perpindahan material adalah 220,97 meter dengan ongkos perpindahan material Rp.12.245.832,57/bulan. Dari hasil tersebut group teknologi *lay out* menghasilkan ongkos perpindahan material yang bisa dijadikan sebuah alternatif baru dalam merancang *lay out*.

**Kata Kunci** : Perpindahan material, *Group Technology*, Tata Letak Pabrik

### **PENDAHULUAN**

Pengaturan tata letak pabrik merupakan masalah yang sering dijumpai bahkan tidak dapat dihindari lagi dalam dunia industri, meskipun untuk ruang lingkup yang lebih kecil dan sederhana dan berlaku untuk fasilitas pabrik yang sudah ada atau yang baru sama sekali, mengingat tata letak fasilitas merupakan faktor yang sangat penting dalam pengaturan dan penempatan mesin-mesin produksi, maka

perlu dilakukan suatu penelitian yang nantinya dapat menghasilkan suatu tata letak fasilitas yang efektif dan efisien.

Tata letak fasilitas pada suatu pabrik sangat erat hubungannya dengan perpindahan material, aktivitas perpindahan material ini sendiri sebenarnya merupakan aktivitas yang diklarifikasikan sebagai aktivitas yang tidak produktif sebab tidak memberikan nilai perubahan apa-apa terhadap material atau bahan yang dipindahkan, tetapi aktivitas perpindahan material justru akan

mempengaruhi terhadap besarnya ongkos produksi.

PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri permesinan/bengkel produksi, produk yang dihasilkan adalah suku cadang (*spare part*) dan *molding* dengan berbagai macam model, sebagai perusahaan yang produksinya berdasarkan pesanan (*job order*) dan untuk memenuhi produk yang bervariasi dan sesuai dengan permintaan konsumen, maka tidak dapat dipungkiri lagi bahwa tata letak fasilitas dan perpindahan material yang representatif merupakan faktor yang sangat penting dalam aktivitas proses produksinya.

Peningkatan fleksibilitas dan efisiensi merupakan faktor yang mendorong perkembangan group teknologi dalam mencapai tujuan yang diinginkan perusahaan. Salah satu cara dalam mencapai tujuan itu adalah dengan menerapkan suatu konsep pengaturan tata letak fasilitas, adapun konsep tersebut adalah *Group Technology Lay Out*, dimana konsep ini merupakan kombinasi efisien antara Tipe *Product lay out* dan tipe *Process lay out*. Dalam menyelesaikan permasalahan tata fasilitas dengan *Group Technology Lay Out*, akan digunakan metode *Bond Energy Algorithm* (BEA). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari jarak tata letak fasilitas produksi (*part* dan mesin) sehingga dapat diperoleh ongkos perpindahan material.

Tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan mencoba memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin dan pengaturan departemen yang ada dari pabrik, bila

mana digunakan istilah tata letak pabrik sering kali hal ini akan diartikan sebagai pengaturan peralatan/fasilitas produksi yang sudah ada atau pun bisa juga diartikan sebagai perencanaan tata letak pabrik yang baru sama sekali. (Wignjosoebroto, S., 2000)

Group Teknologi adalah suatu konsep pengelompokan *part* atau komponen yang akan dibuat berdasarkan kesamaan desain produk, perencanaan proses, fabrikasi, perakitan, dan pengendalian produksi dengan tujuan untuk mengurangi waktu *set up* dan jarak perpindahan material. Group teknologi dapat digunakan untuk membantu meningkatkan efisiensi dengan mengklasifikasikan produk yang mirip ke dalam famili, serta memberikan dampak penting dalam perkembangan sistem manufaktur yang fleksibel. (Turner, 2000).

Untuk dapat mengidentifikasi *part families*, dipergunakan *Production Flow Analysis* (PFA) atau disebut juga *incident matrix* yang merupakan suatu prosedur sistematis yang menganalisa informasi dari rute proses pembuatan *part*, PFA menampilkan informasi tentang jenis mesin yang dibutuhkan oleh tiap-tiap komponen saat kegiatan produksi dalam bentuk matrik. PFA ini terdiri atas masukan 0 atau 1, (1) menunjukkan bahwa *part* memerlukan pemrosesan dalam suatu mesin, (0) menunjukkan bahwa mesin digunakan atau tidak digunakan untuk memproses *part* yang bersangkutan.

Tabel 1. Incident Matrix

		Part P				
		1	2	3	4	5
Mesin M	1	1	0	1	0	0
	2	0	1	0	0	1
	3	0	0	1	1	1
	4	1	1	1	1	0
	5	1	0	0	1	1

Dalam perhitungan mencari sel manufaktur digunakan metode *Bond Energy Algorithm* (BEA). BEA bertujuan untuk menghitung ukuran efektivitas/*measure of effectiveness* (ME) antar komponen atau antara mesin yang pada akhirnya akan menghasilkan urutan

komponen dan mesin yang memiliki urutan efektivitas tertinggi. Untuk mendapatkan nilai ME yang optimal dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama mencari permutasi kolom yang optimal dan tahap kedua mencari permutasi baris yang optimal. (Rajamani, 1996).

Algoritma untuk mencari nilai ME dapat dilakukan melalui tahap sebagai berikut :

Pilih sebuah kolom dan tetapkan  $i=1$ , tempatkan kolom yang tersisa ( $p-i$ ) pada posisi yang memungkinkan (dari sebelah kiri dan kanan  $i$  yang baru saja ditempatkan) dan hitung nilai dari masing-masing kolom dengan menggunakan rumus ME :

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

Tempatkan kolom yang memberikan *Bond energy* terbesar pada posisi yang tersendiri. Berdasarkan pada urutan *Bond energy* terbesar melalui perhitungan ME kolom maka tempatkan kolom yang tersisa ( $m-i$ ) pada posisi yang memungkinkan (dari sebelah kiri dan kanan kolom  $i$  yang baru saja ditempatkan). Lakukan hal ini sampai semua kolom telah ditempatkan dan memberikan nilai ME kolom terbesar. Jika semua kolom telah ditempatkan dan memberikan nilai ME kolom terbesar maka lanjutkan pada tahap berikutnya.

Lakukan prosedur yang sama untuk baris, hitung ME dengan menggunakan persamaan :

$$M (\text{baris}) = \sum_{m=1}^i \sum_{p=1}^P a_{pm} x a_{p,1+m} \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$a_{pm} = 1$ , jika *part*  $p$  membutuhkan proses pada mesin  $m$  0, jika *part*  $p$  tidak membutuhkan proses pada mesin  $m$

$P$  = komponen / *part*

$M$  = Mesin

$a$  = bilangan biner yang menunjukkan hubungan antara komponen dan mesin

Teknik pengukuran jarak *mate-rial handling* yang dapat digunakan adalah metode *Euclidean distance* (Turner, W.C, 2000). Metode *Euclidean distance*

merupakan ukuran jarak antara dua item  $x$  dan  $y$ , jarak ini diukur dengan lintasan garis lurus antara satu titik ke titik lain dan diaplikasikan pada beberapa masalah lokasi jaringan kerja atau rute proses produksi suatu produk, dengan persamaan sebagai berikut :

$$D (X,Y) = \sum \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} \dots (3)$$

Keterangan

$D (X,Y)$  = jarak antar fasilitas baru dengan yang ada

$X (x,y)$  = Lokasi fasilitas yang baru (yang diusulkan)

$Y (a,b)$  = lokasi fasilitas yang ada

Sedangkan ongkos perpindahan material ini terdiri dari upah orang memindahkan bahan, ongkos investasi dari berbagai alat pemindahan yang digunakan dan ongkos-ongkos yang tidak dapat dipisahkan dan termasuk dalam ongkos produksi untuk mengerjakan produk hasilnya. Adapun persamaan yang digunakan dalam penentuan ongkos perpindahan material adalah, (Assouri, S., 1978) :

Frekuensi perpindahan =

$$\frac{\text{Jumlah } x \text{ Volume komponen}}{\text{Volume alat angkut}} \dots \dots (4)$$

OMH/meter =

$$\frac{\text{Biaya Operasional}}{\text{Jarak Total frekuensi perpindahan}} \dots \dots (5)$$

OMH = Jarak perpindahan pada *lay out*  $x$  (OMH/m)  $\dots \dots \dots (6)$

## PEMBAHASAN

Pembentukan *Production Flow Analysis* (PFA), merupakan langkah awal untuk dapat mengidentifikasi *part families*. *Production Flow Analysis* (PFA) atau disebut juga *Incident matrix* menampilkan informasi tentang jenis mesin yang dibutuhkan oleh tiap-tiap komponen/*part* saat kegiatan produksi dalam bentuk matrik. PFA ini terdiri atas masukan 0 atau 1, (1) menunjukkan bahwa *part* memerlukan pemrosesan dalam suatu mesin, (0) menunjukkan bahwa mesin tidak digunakan untuk memproses *part* yang bersangkutan.

Tabel 2. Production Flow Analysis (Incident Matric)

<i>Part</i> Mesin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
9	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0

Pembentukan sel manufaktur ini perhitungan yang digunakan adalah metode *Bond Energy Algorithm* (BEA). BEA bertujuan untuk menghitung ukuran efisiensi antar komponen/*part* atau antara mesin yang pada akhirnya akan menghasilkan urutan komponen/*part* dan mesin yang memiliki urutan efektivitas tertinggi. Untuk mendapatkan nilai ME yang optimal dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama mencari permutasi kolom yang optimal dan tahap kedua mencari permutasi baris yang optimal. Perhitungan ME komponen pada tahap pertama dapat digunakan persamaan 1.

Setelah dihitung jumlah ME-nya, selanjutnya dipilih hubungan antar komponen yang mempunyai nilai ME

terbesar, pada perhitungan di atas dipilih hubungan komponen 1 dan 4 dimana mempunyai nilai ME 2, jika dalam setiap perhitungan didapat nilai ME yang sama maka perhitungan untuk tahap berikutnya diperbolehkan memilih hubungan yang dikehendaki.

Setelah perhitungan tahap pertama selesai dan mendapatkan hubungan yang mempunyai nilai ME terbesar, maka tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan tahap yang kedua dimana tahap yang pertama dipakai sebagai acuan untuk perhitungan tahap kedua. Hasil dari perhitungan ME komponen setiap tahap yang dipilih dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil pemilihan permutasi perhitungan ME komponen

Tahap	Urutan komponen terpilih	Nilai ME
1	1 - 4	2
2	1 - 4 - 11	6
3	1 - 4 - 11 - 13	10
4	1 - 4 - 11 - 13 - 6	12
5	10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6	14
6	10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	16
7	3 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	17
8	3 - 9 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	19
9	3 - 9 - 14 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	21
10	3 - 9 - 14 - 12 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	24
11	5 - 3 - 9 - 14 - 12 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	25
12	5 - 3 - 9 - 7 - 14 - 12 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	26
13	5 - 3 - 9 - 7 - 8 - 14 - 12 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2	28

Berdasarkan pada hasil perhitungan di atas maka urutan komponen pada *incident* matrik adalah 5

3 - 9 - 7 - 8 - 14 - 12 - 10 - 1 - 4 - 11 - 13 - 6 - 2.

Setelah didapat pengurutan komponen dari perhitungan ME komponen di atas, maka tahap

selanjutnya adalah menghitung efektivitas antar mesin. Adapun tahap perhitungan yang dilakukan tidak jauh berbeda dengan perhitungan efektivitas komponen.

Dari hasil pengurutan dan perhitungan efektivitas komponen dan mesin di atas, maka langkah selanjutnya adalah membuat pengelompokan

komponen dan mesin. Adapun hasil dari pengelompokan tersebut dapat dilihat pada table 5.

Pengelompokan komponen dan mesin di atas dibagi menjadi 5 sel manufaktur seperti pada tabel 6.

Tabel 4. Hasil pemilihan permutasi perhitungan ME mesin

Tahap	Urutan mesin terpilih	Nilai ME
1	1 - 2	-
2	1 - 2 - 3	4
3	1 - 2 - 3 - 8	7
4	1 - 2 - 3 - 8 - 9	11
5	1 - 2 - 3 - 8 - 9 - 4	12
6	1 - 2 - 3 - 8 - 9 - 4 - 5	12
7	1 - 2 - 3 - 8 - 9 - 4 - 5 - 7	13
8	<b>1 - 2 - 3 - 8 - 9 - 4 - 5 - 7 - 6</b>	16

Tabel 5. Pengelompokan komponen dan mesin metode BEA

Part Mesin	5	3	9	7	8	14	12	10	1	4	11	13	6	2
1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
7	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6. Sel Manufaktur metode BEA

Sel	Mesin	Komponen
1	1	14 - 12
2	2 - 3 - 8 - 9	4 - 11 - 13
3	4	10 - 1
4	5	6 - 2
5	7 - 6	5 - 3 - 9 - 7 - 8

Langkah selanjutnya adalah penetapan Jarak perpindahan material yang digunakan dalam menentukan seberapa besar ongkos perpindahan material yang akan dikeluarkan adalah berdasarkan pada perhitungan sel manufaktur, dimana pada perhitungan di

atas *Bond energy algorithm* (BEA) dipilih sebagai sel manufaktur yang akan dijadikan acuan dalam penetapan ongkos perpindahan material.

Jarak perpindahan material pada *lay out* ini dihitung berdasarkan pada data yang diperoleh di perusahaan, dan diolah

dengan menggunakan metode perhitungan jarak *euclidean distance*, karena metode ini hasil jaraknya mendekati dengan keadaan rilnya. Perhitungan antara jarak M1-M2 dan mesin yang lain dapat dilihat pada tabel 7.

Dari tabel di atas dapat dihitung jarak perpindahan dari tiap komponen pada proses produksi, sebagai contoh perhitungan jarak yang ditempuh oleh *Cooling plate* KEV-70RR dengan rute produksi melewati mesin 1-4-8 dan 9 adalah  $6,53 + 8,74 + 959 = 24,86$  meter, dengan cara yang sama dihitung jarak penanganan tiap komponen dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 8. Dari gambar lay out awal dan Re-lay out diketahui bahwa, terjadi perubahan posisi mesin dan jarak koordinat mesin seperti yang tampil pada Tabel 9, Tabel 10, dan Tabel 11.

Dari perhitungan jarak *perpindahan material* pada *lay out* awal di atas didapat jarak total penanganan *perpindahan material* dengan jarak

220,97 meter dan pada *Re-lay out* setelah perubahan koordinat didapat hasil total jaraknya adalah 191,47 meter. Dalam menghitung ongkos *perpindahan material* ada beberapa tahap perhitungan yaitu mencari frekuensi perpindahan bahan dan menghitung ongkos-ongkos yang berhubungan dengan ongkos perpindahan material.

Menghitung frekuensi perpindahan setiap komponen berdasarkan pada ukuran, dengan menggunakan persamaan 4, apabila perhitungan kapasitas dihitung berdasarkan berat, maka kapasitas alat angkut sangat mencukupi untuk mengangkut komponen yang diproduksi dengan kapasitas berat alat angkut 1000 kg. Dari hasil perhitungan frekuensi perpindahan didapat  $0,063 \text{ m}^3 \approx 1$  kali pengangkutan.

Dengan cara yang sama hitung semua frekuensi dari tiap-tiap komponen/*part*, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 7. Matrik jarak antara mesin Pada *lay out* awal (m)

Mesin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	4,55	5,19	6,53	7,04	7,88	8,53	11,44	13,28
2		-	5,02	4,77	7,14	7,06	10,27	12,76	11,02
3			-	8,00	2,33	2,75	4,87	7,29	8,44
4				-	4,07	2,41	6,85	8,74	6,79
5					-	2,55	2,78	4,97	8,01
6						-	5,11	6,52	5,77
7							-	2,94	9,80
8								-	9,59
9									-

Tabel 10. Matrik jarak antara mesin Re-Lay out

Mesin	1	2	3	8	9	4	5	7	6
1	-	4,55	4,35	9,16	7,63	10,40	11,69	6,38	5,89
2		-	5,51	10,78	6,35	11,71	9,07	7,37	4,19
3			-	5,36	3,86	6,42	8,29	2,10	3,14
8				-	6,16	1,78	9,57	3,42	7,32
9					-	6,81	4,4	3,46	2,16
4						-	9,71	4,40	8,13
5							-	7,72	4,49
7								-	4,00
6									-

Tabel 8. Jarak Perpindahan setiap komponen/part pada *lay out* awal

No	Nama Part	Routing	Jarak perpindahan part	Jumlah
1	Cooling plate KEV-70RR	1 - 4 - 8 - 9	6,53 + 8,74 + 9,59	24,86
2	Suct Drum	5 - 2	7,14	7,14
3	Gear Clutch Z50	6 - 1	7,88	7,88
4	M-Radiator Gril	3 - 8 - 2 - 9	7,29 + 12,76 + 11,02	31,07
5	BC-KEV-70GDC	6 - 4	2,41	2,41
6	V-Groove Pulley	5 - 2 - 9	7,14 + 11,02	18,16
7	Sliding Bush LH	2 - 8 - 9	12,76 + 9,59	22,35
8	Locating Pin	6 - 7	5,11	5,11
9	ARM F-335	6 - 1 - 7	7,88 + 8,53	16,41
10	Plunger Spring Blok	4 - 1	6,53	6,53
11	Core insert 775	3 - 8 - 2 - 9	7,29 + 12,76 + 11,02	31,07
12	Guide Inner F&B	3 - 2	5,03	5,03
13	Holder focket350	3 - 2 - 8 - 9	5,03 + 12,76 + 9,59	27,38
14	BC KEV-GDC Exle R&L	5 - 1 - 7	7,04 + 8,53	15,57
Total jarak perpindahan setiap komponen/part (meter)				220,97

Tabel 9. Perubahan posisi mesin dan jarak koordinat mesin

Posisi Mesin	Jarak Awal (m)		Perubahan Jarak (m)	
	X	Y	X	Y
Mesin 1, posisi tetap	3,15	16,08	3,15	16,08
Mesin 2, posisi tetap	7,70	15,98	7,70	15,98
Mesin 3, posisi tetap	4,99	11,23	4,99	11,83
Mesin 4, diganti mesin 8	7,52	11,23	1,16	5,87
Mesin 5, diganti mesin 9	4,05	9,10	11,22	7,62
Mesin 6, diganti mesin 4	6,60	9,00	7,22	11,81
Mesin 7, diganti mesin 5	1,66	7,68	3,79	9,73
Mesin 8, diganti mesin 7	1,66	4,74	1,66	7,04
Mesin 9, diganti mesin 6	11,22	5,54	7,25	9,64

Tabel 11. Jarak Perpindahan setiap komponen/part pada *Re-Lay out*

No	Nama Part	Routing	Jarak perpindahan part	Jumlah
1	Cooling plate KEV-70RR	1 - 4 - 8 - 9	10,40+1,78+6,16	18,34
2	Suct Drum	5 - 2	9,07	9,07
3	Gear Clutch Z50	6 - 1	5,89	5,89
4	M-Radiator Gril	3 - 8 - 2 - 9	5,36+10,78+6,35	22,49
5	BC-KEV-70GDC	6 - 4	8,13	8,13
6	V-Groove Pulley	5 - 2 - 9	9,07+6,35	15,42
7	Sliding Bush LH	2 - 8 - 9	10,78+6,16	16,94
8	Locating Pin	6 - 7	4,00	4,00
9	ARM F-335	6 - 1 - 7	5,89+6,38	12,27
10	Plunger Spring Blok	4 - 1	10,40	10,40
11	Core insert 775	3 - 8 - 2 - 9	5,36+10,78+6,35	22,49
12	Guide Inner F&B	3 - 2	5,51	5,51
13	Holder focket350	3 - 2 - 8 - 9	5,51+10,78+6,16	22,45
14	BC KEV-GDC Exle R&L	5 - 1 - 7	11,69+6,38	18,07
Total jarak perpindahan setiap komponen/part				191,47

Tabel 12. Hasil perhitungan Frekuensi perpindahan tiap komponen/part

No.	Nama komponen/part	Frekuensi	Jarak Toyal (m)	Jarak Total (m)
1	Cooling plate KEV-70RR	1	24,86	18,34
2	Suct Drum	1	7,14	9,07
3	Gear Clutch Z50	1	7,88	5,89
4	M-Radiator Gril	1	31,07	22,49
5	BC-KEV-70GDC	1	2,41	8,13
6	V-Groove Pulley	1	18,16	15,42
7	Sliding Bush LH	1	22,35	16,94
8	Locating Pin	1	5,11	4,00
9	ARM F-335	1	16,41	12,27
10	Plunger Spring Blok	1	6,53	10,40
11	Core insert 775	1	31,07	22,49
12	Guide Inner F&B	1	5,03	5,51
13	Holder focket350	1	27,38	22,45
14	BC KEV-GDC Exle R&L	1	15,57	18,07
Jarak total frekuensi perpindahan material			<b>220,97</b>	<b>191,47</b>

Menghitung ongkos alat angkut:

Ongkos depresiasi alat angkut

Ongkos Depresiasi =

$$1 \times \text{Rp. } 7.000.000$$

$$(10 \times 12) \times (14 \times 20)$$

$$= \text{Rp. } 208.33 / \text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 58.333,33 / \text{bulan}$$

Ongkos Perawatan:

Ongkos Pergantian roda =

$$(2 \times \text{Rp. } 35.000) + (2 \times \text{Rp. } 55.000)$$

$$(2 \times 12) \times (14 \times 20)$$

$$= \text{Rp. } 26.79 / \text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 7.500 / \text{bulan}$$

Ongkos pelumas:

$$= 2 \text{ liter/bulan} \times \text{Rp. } 15.000$$

$$= \text{Rp. } 30.000 / \text{bulan}$$

Total ongkos perawatan

$$= \text{Rp. } 7.500 + \text{Rp. } 30.000$$

$$= \text{Rp. } 37.500 / \text{bulan}$$

Total ongkos alat angkut :

$$= \text{Rp. } 58.333,33 + \text{Rp. } 37.500$$

$$= \text{Rp. } 95.833,33 / \text{bulan}$$

Ongkos operasional

$$= \text{Rp. } 95.833,33 + (27 \times \text{Rp. } 450.000)$$

$$= \text{Rp. } 12.245.833,33 / \text{bulan}$$

Ongkos perpindahan material / meter

$$\text{OMH/meter} =$$

$$\frac{\text{Rp. } 12.245.833,33}{220,97 \text{ meter}}$$

$$= \text{Rp. } 55.418,53 / \text{meter}$$

Menetapkan Ongkos perpindahan material pada setiap *lay out*.

OMH pada *lay out* awal:

$$\text{OMH} = 220,97 \times \text{Rp. } 55.418,53$$

$$= \text{Rp. } 12.245.832,57 / \text{bulan}$$

OMH *Re-lay out* Usulan:

$$\text{OMH} = 191,47 \times \text{Rp. } 55.418,53$$

$$= \text{Rp. } 10.610.985,94 / \text{bulan}$$

Menghitung pengurangan jarak perpindahan material dan ongkos perpindahan material. Pengurangan jarak dan ongkos perpindahan material pada *Relay out* usulan setelah perubahan jarak koordinat

Diketahui :

$$\text{Jarak } \textit{lay out} \text{ awal} = 220,97 \text{ m}$$

$$\text{Jarak } \textit{Re-lay out} = 191,47 \text{ m}$$

$$\text{Pengurangan jarak } \textit{Re-lay out}$$

$$= 220,97 - 191,47 = 29,5 \text{ meter}$$

$$\text{Pengurangan ongkos perpindahan material} = 29,5 \times \text{Rp. } 55.418,53 =$$

$$\text{Rp. } 1.634.846,64 / \text{bulan}$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan sel manufaktur didapatkan hasil pengelompokan menjadi 5 sel manufaktur : Sel 1 : terdiri dari mesin 1 dan *part* 14-12, Sel 2: terdiri dari mesin 2-3-8-9 dan *part* 4-11-13, Sel 3 : terdiri dari mesin 4 dan *part* 10-1, Sel 4 : terdiri dari mesin 5 dan *part* 6-2, Sel 5 : terdiri dari mesin 7-6 dan *part* 5-3-9-7-8.

Untuk perhitungan jarak antar mesin dengan menggunakan metode *euclidean distance* didapat hasil total jarak perpindahan material pada *lay out* awal adalah 220,97 meter, total jarak

perpindahan *material* pada *Re-lay out* dengan perubahan koordinat adalah 191,47 meter.

Dari perhitungan ongkos *perpindahan material* didapat hasil pada *lay out* awal Rp. 12.245.832,57, setelah *Re-Lay out* dengan perubahan koordinat Rp. 10.610.985,94. sehingga terjadi pengurangan jarak dan ongkos *perpindahan material* dari *lay out* awal dengan *Re-lay out* setelah perubahan koordinat adalah 29,5 meter dengan ongkos *perpindahan material* Rp. 1.634.846,64 /bulan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Miranti, F., 2003 , *Penerapan Celular Manufacturing System guna mengetahui pengurangan jarak perpindahan material dengan analisis part dan mesin (metode Heuristik)*, Jurusan Teknik Industri, UII, Yogyakarta.
- Rajamani, D., 1996, *Celular Manufacturing System Design, planning and control*, Champman & Hall, London.
- Assuari, S, 1978, *Management Produksi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Wignjosoebroto, S., 2000, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Edisi III, Guna Widya, Surabaya.
- Turner W.C, Mize E.C, Nazemetz J.W (Janti G, Nyoman S), 2000, "*Pengantar Teknik dan Sistem Industri*", Edisi III, Jilid 1, Widya Guna dan person Education Asia