

**USULAN PERBAIKAN RANCANGAN TATA LETAK MESIN  
MENGUNAKAN *GROUP TECHNOLOGY* DENGAN  
METODE *RANK ORDER CLUSTERING 2 (ROC2)*  
(STUDI KASUS DI PT.STALLION)**

**Kartika Suhada<sup>1</sup>, Santoso<sup>2</sup>, Bobby Christian Mandagi<sup>3</sup>**

**Abstrak**

*PT Stallion merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan komponen otomotif, antara lain: brake pedal (Suzuki), pipe frame head (Suzuki), shock breaker (Showa), stay head light (Astra). Saat ini tata letak mesin di lantai produksi masih kurang baik, dimana letak mesin-mesin yang seharusnya berdekatan diletakkan berjauhan. Tata letak yang kurang baik ini menyebabkan aliran material menjadi tidak beraturan dan proses material handling menjadi lebih lama, sehingga jarak yang ditempuh material pun menjadi lebih jauh. Disamping itu, karena proses material handling ditangani oleh operator, maka produktivitas operator pun menjadi kurang optimal. Pembagian departemen saat ini juga kurang tepat, dimana hal ini mengakibatkan perkiraan kebutuhan jumlah mesin menjadi tidak sesuai dengan kebutuhan yang ada*

*Cara untuk mengatasi permasalahan perusahaan di atas, penulis mengusulkan perbaikan tata letak mesin dengan menggunakan konsep Group Technology (GT). Dengan GT dibentuk suatu sel manufaktur, dimana setiap sel terdiri dari mesin-mesin yang akan memproses pembuatan suatu komponen yang memiliki kemiripan secara proses. Metode yang diusulkan adalah metode pembentukan sel manufaktur menggunakan metode Rank Order Clustering 2 (ROC2) yang dikembangkan oleh King dan Nakornchai (1982). Metode ROC 2 sendiri merupakan pengembangan dari metode ROC. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, dihasilkan tata letak mesin usulan yang terdiri dari 4 buah sel manufaktur.*

*Dengan penerapan tata letak mesin usulan maka total jarak tempuh material handling per hari berkurang dari 7401,66 m menjadi 4891,773 m. Dengan demikian terjadi penghematan jarak tempuh material handling sebesar 2509,887 m atau 33,9%. Di samping itu, terjadi penghematan jumlah mesin yang dibutuhkan sebanyak 5 mesin (1 unit mesin P10T, 1 unit mesin P25T, 1 unit mesin P40T, dan 2 unit mesin P63T). Dengan berkurangnya jumlah mesin yang dibutuhkan, maka kebutuhan luas lantai produksi berkurang.*

*Manfaat penerapan tata letak mesin usulan di atas dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan untuk menerapkan tata letak mesin usulan. Jika perusahaan menerapkan tata letak mesin usulan, penulis menyarankan agar perubahan susunan mesin dilakukan pada waktu libur, sehingga tidak mengganggu proses produksi.*

## 1. Pendahuluan

PT. Stallion adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam komponen mobil dan motor. Saat ini perusahaan memproduksi komponen yang diantaranya adalah *brake pedal*, *pipe frame head*, *shock breaker*, *stay head ligh*. Untuk memproduksi komponen-komponen tersebut, perusahaan mempunyai 3 departemen produksi, yaitu: departemen *brake pedal*, departemen *pipe frame head*, dan departemen *multi part*. Pembentukan departemen sendiri berdasarkan jenis produk yang dibuat pada masing-masing departemen, sehingga jenis mesin yang digunakan dalam setiap departemen disesuaikan dengan kebutuhan untuk memproduksi komponen yang dibuat. Tata letak mesin saat ini dapat dikatakan kurang baik, dimana letak mesin-mesin yang seharusnya berdekatan diletakkan berjauhan. Hal ini menyebabkan aliran material menjadi tidak beraturan dan penanganan *material handling* menjadi lebih lama, sehingga jarak yang harus ditempuh material pun menjadi lebih jauh. Pembagian departemen saat ini dapat juga dikatakan kurang baik, dimana alokasi kebutuhan jumlah mesin pada departemen menjadi tidak sesuai dengan kebutuhan, Hal ini terlihat dari utilisasi beberapa mesin yang kurang optimal, diantaranya mesin P10T, P25T, P40T, P63T. Permasalahan-permasalahan di atas harus segera diatasi, karena dapat menimbulkan pemborosan waktu, biaya dan tenaga dan mengganggu proses produksi dalam rantai produksi.

## 2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kekurangan tata letak yang diterapkan perusahaan saat ini.
2. Mengusulkan rancangan tata letak yang sebaiknya diterapkan oleh perusahaan
3. Mengemukakan manfaat yang dapat diperoleh oleh perusahaan jika menerapkan rancangan tata letak usulan.

## 3. Kajian Literatur

### 3.1. Perancangan Tata Letak

Menurut Apple (1997), konsep perancangan tata letak pabrik adalah:

1. Suatu perencanaan aliran barang yang efisien.
2. Pola aliran barang menjadi dasar bagi penyusunan fiktif yang efektif.
3. *Material handling* merupakan bagian dari pola aliran barang.
4. Susunan fasilitas yang baik.
5. Penyelesaian proses produksi yang baik.
6. Biaya produksi minimum.

### 3.2. Jenis Tata Letak

Terdapat lima jenis dasar tata letak dalam sistem yaitu:

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

### 3.3. Definisi *Group Technology*

Menurut Mitofanov (1983) dalam Singh dan Ramjani (1996), *group technology* merupakan manajemen filosofi yang berupaya mengelompokkan produk dengan ciri desain atau karakteristik manufaktur yang mirip, ataupun keduanya.

Beberapa ahli mendefinisikan teknologi kelompok sebagai berikut :

- Kusiak (1991) :  
Dasar pemikiran *group technology* merupakan dekomposisi sistem manufaktur ke dalam beberapa sub-sistem.
- Singh dan Ramjani (1996) :  
Konsep *group technology* dapat mengurangi waktu *set-up*, ukuran *batch*, dan jarak perpindahan. Intinya, *group technology* berupaya mempertahankan fleksibilitas *job shop* dengan produktivitas tinggi seperti *flow shop*.
- Lugen (1991).  
Teknologi kelompok bukan hanya pengelompokkan mesin dalam suatu sel manufaktur, tetapi sekaligus mencakup dan mengatur konsep, prinsip, permasalahan, penugasan kerja dan peningkatan produktivitas.

### 3.4. Keuntungan Penerapan *Group Technology*

Beberapa keuntungan yang didapat dari penerapan *group technology*, yaitu:

- Kualitas umpan balik antara manufaktur dan operasi perakitan menjadi lebih cepat.
- Reduksi kegiatan *material handling*.
- Reduksi atau bahkan menghilangkan kegiatan *set up*.
- Perbaikan dalam proses pengawasan, umpan balik dan pengendalian persediaan.
- Aliran produk melalui operasi manufaktur menjadi lebih lancar.
- Reduksi variasi waktu siklus dan gangguan *line-balancing*.
- Penerapan otomatisasi pada operasi manufaktur menjadi lebih mudah.
- Perbaikan kapabilitas dan keandalan proses.
- Peningkatan utilisasi tenaga kerja dan mesin.

### 3.5. Metode Dasar *Group Technology*

Menurut Kusiak (1991) terdapat dua metode pengelompokan sel, yaitu :

#### 1. Klasifikasi

Metode klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan komponen berdasarkan jenis desainnya. Metode klasifikasi memiliki dua variasi, yaitu:

- Metode Visual
- Metode Pengkodean (*Coding*)

Pengkodean yang digunakan secara umum adalah:

- *Monocode*
- *Polycode*
- *Hybrid* atau *Mixed-mode code*

#### 2. Analisis *Cluster*

Tujuan dari analisis *cluster* adalah untuk menugaskan komponen  $P$  kedalam kelompok komponen (*part family*)  $f$ , dan atau menugaskan mesin  $M$  kedalam sel  $MC$ .

Analisis *cluster* terdapat dalam metode formulasi matriks, formulasi pemrograman matematik, dan formulasi grafik. Masing-masing metode bertujuan untuk mengelompokkan komponen dan mesin kedalam sel, dan meminimasi aliran antar sel.

### 3.6. Metode Rank Order Clustering 2 (ROC2)

ROC 2 dikembangkan oleh King dan Nakornchai (1982) untuk mengatasi terbatasnya perhitungan yang digunakan ROC. Algoritma ini dimulai dengan mengidentifikasi kolom paling kanan pada semua baris yang mempunyai nilai 1.

Baris tersebut akan dipindah ke kolom paling atas. Prosedur ini akan dimulai baris paling akhir. Penggunaan angka binary akan dihilangkan dalam ROC2, akan tetapi ide dari ROC tetap dipertahankan.

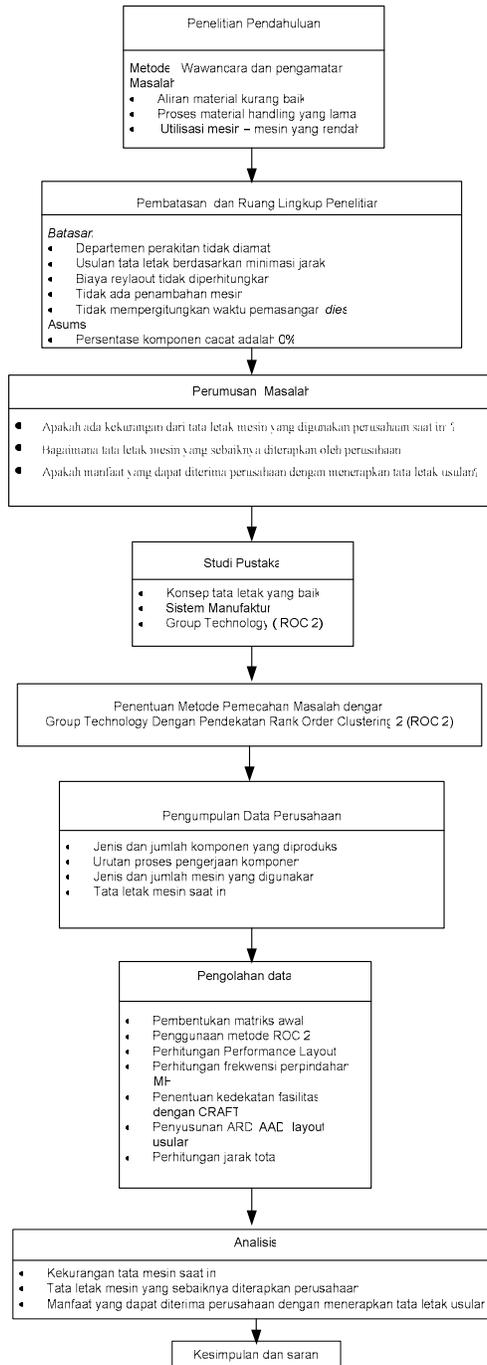
Berikut algoritma ROC 2:

**Langkah 1: *Row Arrangement*.** Komponen yang semula sebagai kolom diubah menjadi baris, dimana urutan komponen disusun secara terbalik urutannya. Tandai mesin–mesin yang digunakan untuk mengerjakan komponen. Kemudian urutkan mesin yang telah ditandai tersebut pada urutan pertama pada awal baris komponen selanjutnya. Hal ini dilakukan untuk komponen selanjutnya hingga komponen terakhir, dimana nantinya akan dihasilkan suatu urutan mesin yang baru.

**Langkah 2: *Column Arrangement*.** Ubah susunan mesin dengan urutan terbalik. Kemudian tandai komponen–komponen yang dikerjakan oleh mesin. Selanjutnya urutkan komponen–komponen yang telah ditandai tersebut pada urutan pertama pada awal baris mesin selanjutnya. Hal ini dilakukan untuk mesin selanjutnya hingga mesin terakhir, dimana nantinya akan dihasilkan suatu susunan komponen yang baru.

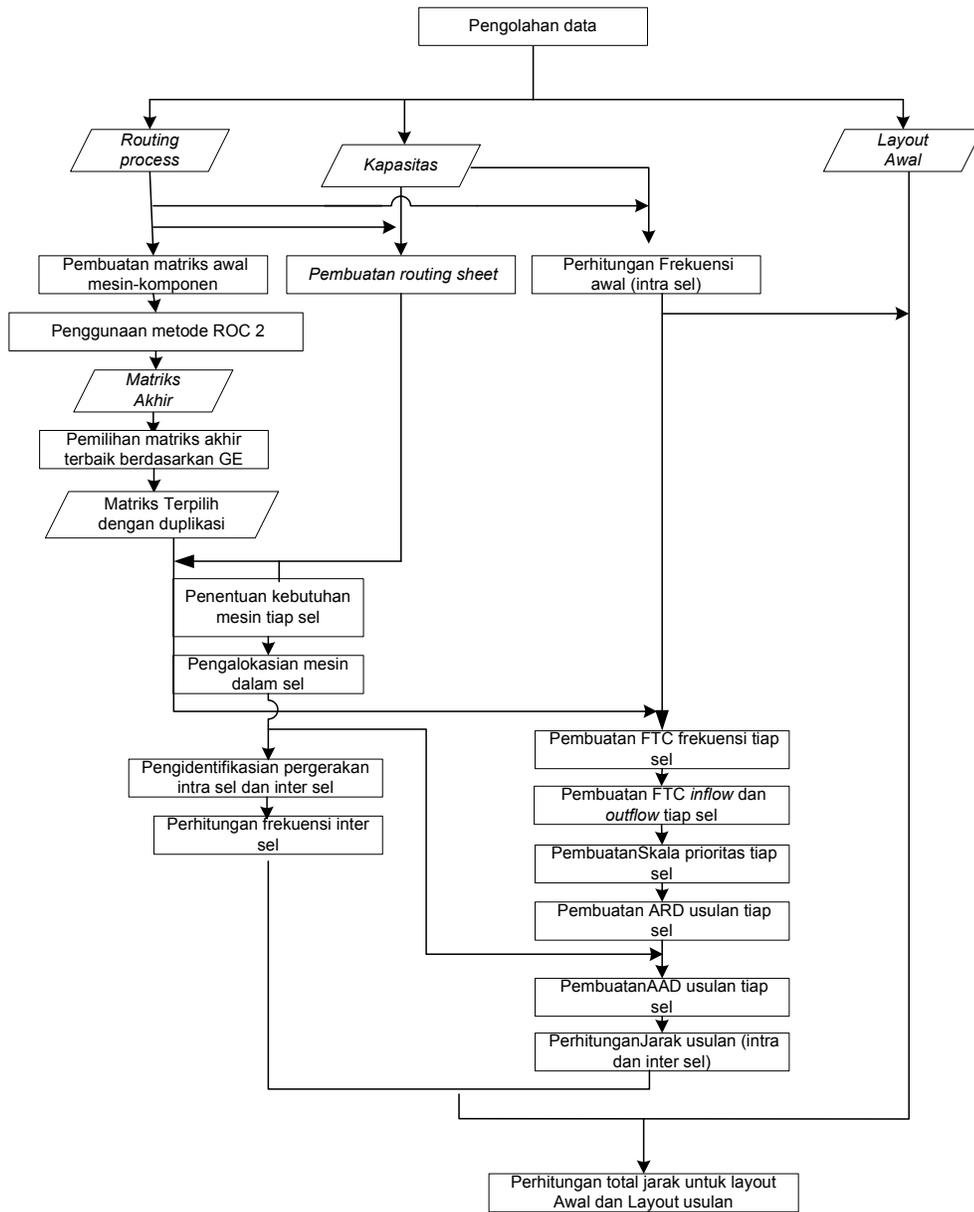
**Langkah 3: *Row Arrangement*** dan ***Column Arrangement*** dilakukan berulang hingga sampai tidak terjadi perubahan susunan mesin dan komponen pada matriks.

## 4. Metodologi Penelitian



**Gambar 1**  
**Sistematika Penelitian**

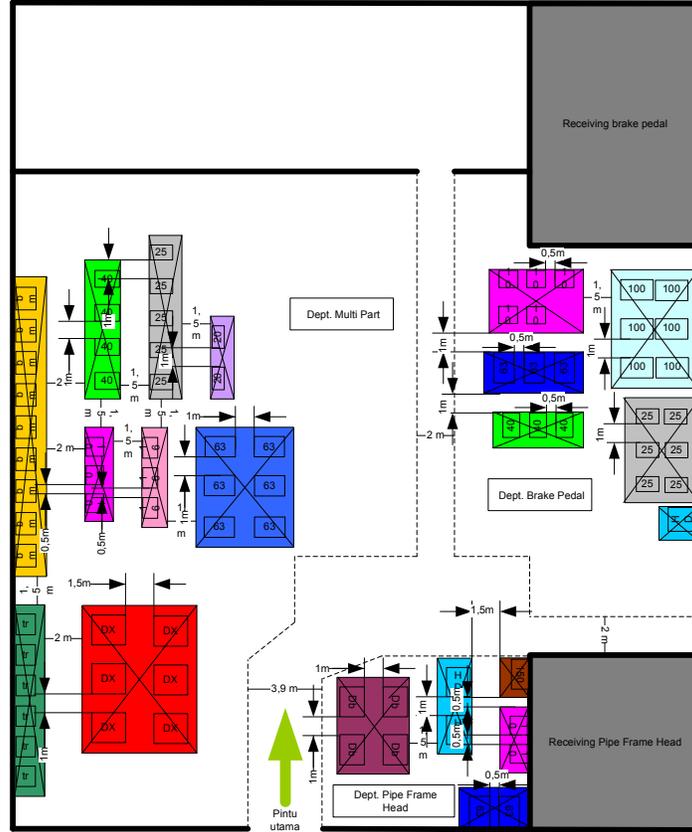
#### 4.1. Metodologi Pengolahan Data dan Analisis



**Gambar 2**  
**Flow Chart Pengolahan Data**

## 5. Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Stallion, departemen produksi awal terdiri dari 3 departemen, yaitu: Departemen *Brake Pedal*, Departemen *Pipe Frame Head*, Departemen *Multi Part*. Gambar tata letak mesin saat ini ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3**  
Layout Mesin Saat ini (Skala 1:400)

KETERANGAN	
<span style="background-color: #FF00FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">1C</span>	Mesin Press 100 Tor (1 m x C 92 m)
<span style="background-color: #FF00FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">1E</span>	Mesin Press 100 Tor (1 m x C 8 m)
<span style="background-color: #FF00FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">20</span>	Mesin Press 2C Tor (1 m x C 64 m)
<span style="background-color: #FF00FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">25</span>	Mesin Press 2E Tor (1 m x C 8 m)
<span style="background-color: #00FF00; border: 1px solid black; padding: 2px;">4C</span>	Mesin Press 4C Tor (1 m x C 5 m)
<span style="background-color: #0000FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">63</span>	Mesin Press 63 Tor (1 m x C 108 m)
<span style="background-color: #00FFFF; border: 1px solid black; padding: 2px;">100</span>	Mesin Press 100 Tor (2 m x C 108 m)
<span style="background-color: #800000; border: 1px solid black; padding: 2px;">150</span>	Mesin Press 150 Tor (1 m x C 8 m)
<span style="background-color: #FF0000; border: 1px solid black; padding: 2px;">DX</span>	Mesin Press 100 Tor (1 m x C 108 m)
<span style="background-color: #00FFFF; border: 1px solid black; padding: 2px;">HD</span>	Mesin Press Hidrolik (1 m x C 127 m)
<span style="background-color: #800080; border: 1px solid black; padding: 2px;">Db</span>	Mesin double boring (1 m x C 13 m)
<span style="background-color: #008000; border: 1px solid black; padding: 2px;">T</span>	Mesin Trimming (1 m x C 108 m)
<span style="background-color: #FFA500; border: 1px solid black; padding: 2px;">bm</span>	Mesin Buffing (1 m x C 108 m)

Data komponen yang dapat dilihat pada tabel 1, sedangkan data nama mesin yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2

**Tabel 1.**  
**Data Nama Komponen**

NO	Jenis Komponen	Produk
	<i>Stay Head Light</i> , terdiri atas :	
1	<i>Guide Cable</i>	Astra
2	<i>Rod C R/L</i>	
3	<i>Washer Plate</i>	
4	<i>Plate Number</i>	
5	<i>Brid Holder R/L</i>	
6	<i>Rod B</i>	
7	<i>Rod A R/L</i>	
	<i>Shock Breaker</i> , terdiri atas :	
8	<i>Inner Base</i>	Showa
9	<i>Upper Spring Seat</i>	
10	<i>Cap Vitara</i>	
11	<i>Case RR Cush Upper</i>	
12	<i>Case Spring Adjuster</i>	
13	<i>Upper Lama</i>	
14	<i>Under Lama</i>	
15	<i>Cap Keha</i>	
16	<i>Dust Cover End</i>	
17	<i>Dust Cover RR</i>	
18	<i>Pipa Frame Head Xb</i>	Suzuki
19	<i>Pipa Frame Head Xc</i>	
	<i>Brake Pedal Xb / Xc</i> , terdiri atas :	
20	<i>Return Spring Xb / Xc</i>	
21	<i>Hook Stop Switch Xb / Xc</i>	
22	<i>Arm Brake Rod Xb / Xc</i>	
23	<i>Brake Shoe Xb / Xc</i>	
24	<i>Arm Brake Pedal Xb / Xc</i>	

**Tabel 2.**  
**Data Nama Mesin.**

NO	Jenis Mesin	Dimensi	Jumlah
1	Press 10 T	1 X 0,92 M	6
2	Press 16 T	1,1 X 0,8 M	3
3	Press 20 T	1,2 X 0,64 M	2
4	Press 25 T	1,2 X 0,8 M	9
5	Press 40 T	1,3 X 9 M	6
6	Press 63 T	1,62 X 1,08 M	9
7	Press 100 T	1,08 X 2,5 M	5
8	Press 150 T	1,6 X 0,9 M	1
9	Double Boring	1,6 X 1,3 M	4
10	Press Hidrolik	1,27 X 1,55 M	3
11	Press Double Action	1,8 X 1,6 M	8
12	Buffing	1,2 X 1,08 M	9
13	Trimming	1,03 X 1,06 M	5

## 6. Pengolahan Data

### 6.1. Pembentukan Matriks Awal Mesin-Komponen

Pembuatan matriks awal diawali dengan melakukan penomoran mesin dan komponen lebih terdahulu, hal ini dilakukan untuk mempermudah pembuatan matriks awal. Penomoran mesin dan komponen dapat dilihat pada tabel 3. Matriks awal berisikan hubungan mesin dan komponen yang dikerjakan oleh mesin tersebut. Matriks awal ( $a_{mn}$ ) tersebut berisikan nilai 1 dan 0, nilai 1 berarti mesin m digunakan untuk memproses komponen n,

sedangkan nilai 0 (dalam matriks tidak ditulis) berarti mesin m tidak digunakan untuk memproses komponen n. Matriks awal mesin dan komponen dapat dilihat pada gambar 4.

**Tabel 3**  
**Penomeran Mesin dan Komponen**

No	Komponen	No	Komponen	No	Mesin
1	Guide Cable	16	Hook Stop Switch XC	1	P 10 T
2	Rod C R/L	17	Arm Brake Rod XC	2	P 16 T
3	Washer Plate	18	Brake Shoe XC	3	P 20 T
4	Plate Number	19	Arm Brake Pedal XC	4	P 25 T
5	Brid Holder R/L	20	Upper Lama	5	P 40 T
6	Rod B	21	Under Lama	6	P 63 T
7	Rod A R/L	22	Cap Keha	7	P 100 T
8	Pipe Frame Head XB	23	Dust Cover RR	8	P 150 T
9	Pipe Frame Head XC	24	Dust Cover End	9	P double Boring
10	Return Spring XB	25	Inner Base	10	P Hidrolik
11	Hook Stop Switch XB	26	Upper Spring Seat	11	P Double Action
12	Arm Brake Rod XB	27	Cap Vitara	12	Buffing
13	Brake Shoe XB	28	Case RR Upper	13	Trimming
14	Arm Brake Pedal XB	29	Case Spring Adjuster		
15	Return Spring XC				

## 6.2. Pembentukan Sel dengan ROC 2

Setelah melakukan pembentukan matriks awal berdasarkan mesin dan komponen, kemudian penulis membentuk suatu matriks baru berdasarkan algoritma ROC2. Pembentukan matriks baru ini berdasarkan matriks awal yang sudah dibentuk.

**Langkah 1: Row Arrangement.** Komponen yang semula sebagai kolom diubah menjadi baris, dimana urutan komponen disusun secara terbalik urutannya. Tandai mesin–mesin yang digunakan untuk mengerjakan komponen. Kemudian urutkan mesin yang telah ditandai tersebut pada urutan pertama pada awal baris komponen selanjutnya.

**Langkah 2: Column Arrangement.** Ubah susunan mesin dengan urutan terbalik. Kemudian tandai komponen–komponen yang dikerjakan oleh mesin. Selanjutnya urutkan komponen–komponen yang telah ditandai tersebut pada urutan pertama pada awal baris mesin selanjutnya. Hal ini dilakukan untuk mesin selanjutnya hingga mesin terakhir, dimana nantinya akan dihasilkan suatu susunan komponen yang baru.

**Langkah 3: Row Arrangement dan Column Arrangement** dilakukan berulang hingga sampai tidak terjadi perubahan susunan mesin dan komponen pada matriks.

Dari kasus ini, didapat matriks akhir setelah dilakukan 3 kali proses *Row Arrangement* dan 3 kali proses *Column Arrangement*. Matriks akhir dapat dilihat pada Gambar 5.

Mesin	Komponen																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
2																					1	1	1	1	1	1	1	1	1
3																					1	1							1
4					1		1			1	1	1	1	1	1		1	1				1				1			1
5		1	1	1			1					1						1				1					1		1
6	1							1	1				1		1					1			1			1	1	1	1
7											1		1				1			1									1
8								1	1																				
9								1	1																				
10								1	1			1							1										
11																				1	1		1	1			1	1	
12																				1	1		1	1				1	1
13																				1	1		1	1	1	1	1	1	1

**Gambar 4**  
**Matriks Awal Mesin-Komponen**

Mesin	Komponen																												
	27	8	9	1	13	18	7	3	4	12	17	5	10	15	6	11	16	22	29	26	25	14	19	2	20	21	28	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
6	1	1	1	1															1	1	1	1	1	1					
5	1				1	1	1	1	1										1						1				
2	1																		1	1	1	1				1	1	1	1
13	1																		1	1	1					1	1	1	1
11	1																									1	1	1	1
10		1	1		1	1																							
8		1	1																										
9		1	1																										
4						1				1	1	1	1	1					1	1	1		1	1					
7										1	1												1	1					
12																				1						1	1	1	
3																										1	1	1	

**Gambar 5**  
**Matriks Akhir**

Untuk mendapatkan hasil matriks yang baik, maka pada penelitian ini dilakukan prosedur tambahan, yaitu dengan melakukan duplikasi mesin, sehingga didapat bentuk matriks yang baik. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jumlah *exceptional elements*, dan *void* yang terdapat dalam sel. Dari hasil duplikasi didapat 3 alternatif matriks akhir. Ketiga alternatif dapat dilihat pada gambar 6 hingga gambar 8.

### 6.3. Pengukuran Performansi

Setelah matriks akhir terbentuk, kemudian dilakukan perhitungan performansi sel-sel, baik performansi masing-masing sel maupun secara keseluruhan. Untuk menentukan alternatif matriks akhir yang terbaik, maka dilakukan perhitungan performansi sel untuk masing-masing alternatif tersebut. Metode yang digunakan untuk perhitungan performansi ini adalah *Grouping Efficiency*.

Perhitungan *Grouping Efficiency* menggunakan rumus di bawah ini:

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

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

$$\eta_2 = \left[ \frac{MN - o - v}{MN - o - v + e} \right]$$

Dimana:

$\eta$  : Efisiensi sel

$q$  : pembobotan seimbang ( $q = 0,5$ )

$\eta_1$  : Utilitas mesin

$\eta_2$  : Pergerakan inter sel

$o$  : jumlah angka 1 dalam matriks

$e$  : Jumlah *exceptional elements*

$v$  : jumlah void dalam matriks

$M$  : Jumlah mesin

$N$  : Jumlah komponen

Berikut hasil perhitungan *Grouping Efficiency* dapat dilihat pada tabel 4

**Tabel 4**

**Nilai  $\eta$ ,  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  Ketiga Alternatif Matriks Akhir**

Alternatif	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta$
1	0,541	1	0,757
2	0,478	1	0,739
3	0,345	1	0,6725

Mesin	Komponen																												
	27	8	9	1	13	18	7	3	4	12	17	5	10	15	6	11	16	22	29	26	25	14	19	2	20	21	28	23	24
1a	1	1	1	1																									
6a	1	1	1	1																									
6a	1	1	1	1																									
2a	1																												
13a	1																												
11a	1																												
10a		1	1																										
8		1	1																										
9		1	1																										
4a																													
7a																													
1b																													
5b																													
10b																													
12a																													
6b																													
5c																													
2b																													
13b																													
4b																													
7b																													
3																													
2c																													
13c																													
11b																													
12b																													

**Gambar 6**  
**Matriks Alternatif 1**

Mesin	Komponen																												
	27	8	9	1	13	18	7	3	4	12	17	5	10	15	6	11	16	22	29	26	25	14	19	2	20	21	28	23	24
1a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2a	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13a	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11a	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10		1	1	1		1	1																						
9		1	1																										
9		1	1																										
4a																													
7a																													
1b																													
4b																													
12a																													
6b																													
5b																													
2b																													
13b																													
4c																													
7b																													
3																													
2c																													
13c																													
11b																													
12b																													

**Gambar 7**  
**Matriks Alternatif 2**

Mesin	Komponen																												
	27	8	9	1	13	18	7	3	4	12	17	5	10	15	6	11	16	22	29	26	25	14	19	2	20	21	28	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2a	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13a	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11a	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10		1	1	1		1	1																						
9		1	1																										
9		1	1																										
4a																													
7a																													
12a																													
6b																													
5b																													
2b																													
13b																													
4b																													
7b																													
3																													
2c																													
13c																													
11b																													
12b																													

**Gambar 8**  
**Matriks Alternatif 3**

Dari tabel 4 terlihat bahwa alternatif 1 menghasilkan nilai  $\eta$  yang terbesar. Hal ini menunjukkan bahwa alternatif 1 mempunyai efisiensi sel yang paling baik. Oleh karena itu alternatif ini dipilih untuk pembentukan layout usulan, dimana alternatif 1 tersebut terdiri dari 4 buah sel.

#### 6.4. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Mesin untuk Masing-Masing Sel

Perhitungan jumlah mesin untuk setiap sel yang terbentuk perlu dilakukan. Hal ini dikarenakan adanya penduplikasian mesin. Dengan adanya perhitungan jumlah mesin ini diharapkan alokasi mesin menjadi lebih seimbang untuk masing-masing sel yang terbentuk. Perhitungan jumlah mesin ini menggunakan *Routing Sheet*, dimana pembuatan *routing sheet* berdasarkan peta proses operasi dari masing-masing komponen. Perbandingan jumlah mesin pada tata letak awal dan tata letak usulan dapat dilihat pada tabel 5.

Berdasarkan tabel 5, dapat dilihat adanya pergerakan inter sel, yaitu pergerakan inter sel akibat penggunaan mesin trimming dan mesin P16T. Hal ini mengakibatkan adanya komponen-komponen yang melakukan pergerakan inter sel. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6**  
**Komponen –komponen yang Melakukan Pergerakan Inter Sel**

inter cell		
Dari Mesin	Ke Mesin	Komponen
11 (sel 4)	13 (sel1)	<i>dust cover end</i>
2 (sel 1)	11(sel 4)	<i>dust cover rr</i>

#### 6.5. Perhitungan Total Jarak Tempuh Material pada Tata Letak Mesin Awal Per hari

Jarak tempuh Alat *material handling*, merupakan jarak yang ditempuh oleh alat *material handling* untuk membawa komponen-komponen yang diperlukan dalam proses produksi. Perhitungan ini menggunakan metode perhitungan jarak *Aisle Distance*. Hasil perhitungan jarak tempuh alat *material handling* ini kemudian dikalikan dengan frekuensi, sehingga dihasilkan jarak total tempuh alat *material handling* untuk tata letak mesin awal. Total jarak tempuh total material pada tata letak mesin awal adalah 7401,660 m /hari.

**Tabel 5**  
**Perbandingan Jumlah Mesin Tata Letak Awal dengan Tata Letak Usulan**

Mesin	Layout Awal			Jumlah mesin tersedia	Layout Usulan				Alokasi mesin pada sel				Jumlah mesin dialokasikan
	( D. Brake Pedal )	(D. Pipe Frame Head)	( D. Multi Part )		1	2	3	4	1	2	3	4	
P 10 T	4,256 =5	1,627=2	2,052 =3	10	2,127=3	5,808 =6			3	6			9
P 16 T			2,444=3	3	0,174=1		0,843=1	1,428=2	1		1	1	3
P 20 T			1,057 =2	2				1,057=2				2	2
P 25 T	5,047 =6		4,083 =5	11		6,581=7	2,549=3			7	3		10
P 40 T	2,052 =3		3,157 =4	7	0,511=1	3,989 =4	0,709=1		1	4	1		6
P 63 T	2,567= 3	1,101=2	5,06 =6	11	2,738=3		5,99=6		3		6		9
P 100 T	5,043=6			6		1,785=2	3,258=4				2	4	6
P 150 T		0,844 =1		1	0,844=1				1				1
D.Boring		3,169 =4		4	3,169=4				4				4
P HD	0,172=1	1,769 =2		3	1,769=2	0,172=1			2	1			3
P DX			5,072 =6	6	0,289=1			4,783=5	1			5	6
Buffing			8,443=9	9			2,506=3	5,937=6			3	6	9
Triming			5,894=6	6	0,608=1		1,897=2	3,389=4	1		2	3	6

Perbedaan jumlah mesin

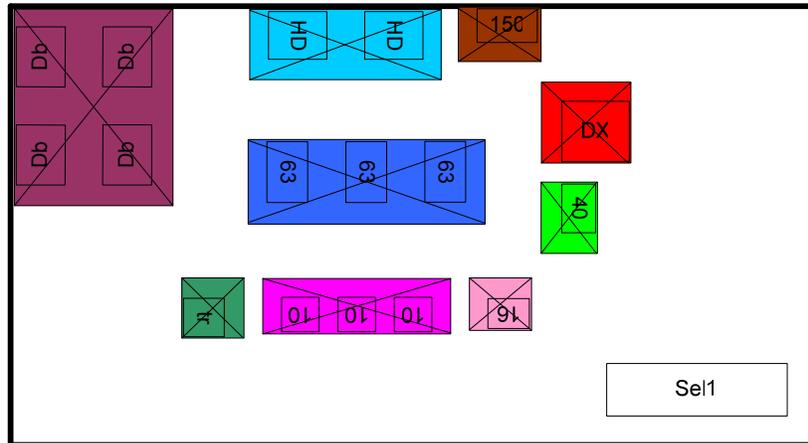
Inter sel

### 6.6. Penyusunan Tata Letak Mesin Usulan

Penyusunan tata letak mesin ini berdasarkan matriks akhir yang terpilih, yaitu matriks akhir alternatif 1. Dengan penyusunan ini, maka dapat diketahui bentuk *layout* usulan yang akan dibentuk. Penyusunan ini menggunakan metode *From To Chart* berdasarkan frekwensi.

#### 6.6.1. Tata Letak Mesin Sel 1

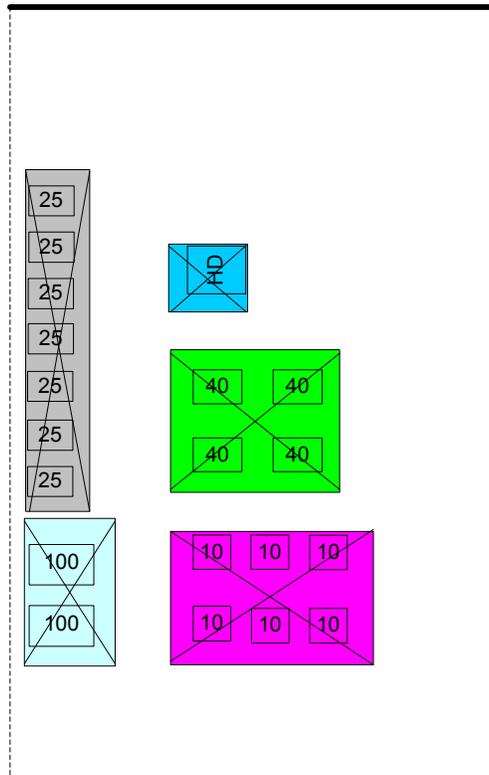
Sel 1 terdiri dari beberapa mesin yaitu: P10T (1), P63T (6), P40T (5), P16T (2) *buffing* (12), P *double action* (11), P Hidrolik (10), P150T (8), P *double boring* (8). Tata letak mesin sel 1 dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9  
Tata Letak Mesin Sel 1

### 6.6.2 Tata Letak Mesin Sel 2

Sel 2 terdiri dari beberapa mesin yaitu: P25T (4), P100T (7), P10T (1), P40T (5), P Hidrolik (10). Tata letak mesin sel 2 dapat dilihat pada gambar 10.



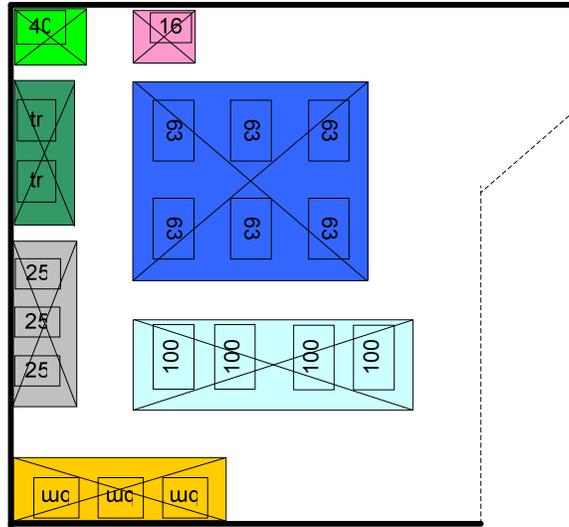
**Gambar 10**  
**Tata Letak Mesin Sel 2 (Skala 1:200)**

### 6.6.3 Tata Letak Mesin Sel 3

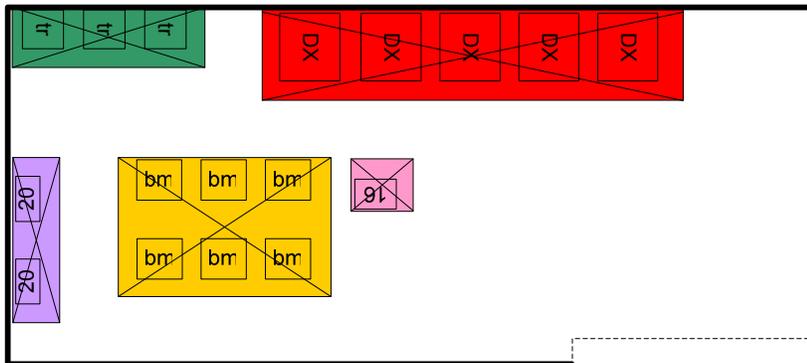
Sel 3 terdiri dari beberapa mesin yaitu: Trimming (13), Buffing (12), P25T (4) P63T (6), P16T (2), P100T (7), P40T (5). Tata letak mesin sel 3 dapat dilihat pada gambar 11.

### 6.6.4 Tata Letak Mesin Sel 4

Sel 4 terdiri dari beberapa mesin yaitu: P20T (3), P16T (2), Buffing (12), P Double Action (11), Trimming (13). Tata letak mesin sel 4 dapat dilihat pada gambar 12.



**Gambar 11**  
**Tata Letak Mesin Sel 3 (Skala 1:200)**



**Gambar 12**  
**Tata Letak Mesin Sel 4 (Skala 1:200)**



**Gambar 13**  
**Layout Usulan (Skala 1:400)**

KETERANGAN	
<span style="background-color: #FF00FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>	Mesin Press 10C Ton ( $^{\circ}$ m x C 92 m)
<span style="background-color: #FF69B4; border: 1px solid black; padding: 2px;">16</span>	Mesin Press 10C Ton ( $^{\circ}$ m x C 8 m)
<span style="background-color: #8A2BE2; border: 1px solid black; padding: 2px;">2C</span>	Mesin Press 20 Ton ( $^{\circ}$ 2 m x C 64 m)
<span style="background-color: #A9A9A9; border: 1px solid black; padding: 2px;">2E</span>	Mesin Press 25 Ton ( $^{\circ}$ 2 m x C 8 m)
<span style="background-color: #00FF00; border: 1px solid black; padding: 2px;">40</span>	Mesin Press 40 Ton ( $^{\circ}$ 3 m x C 8 m)
<span style="background-color: #0000FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">63</span>	Mesin Press 63 Ton ( $^{\circ}$ 62 m x $^{\circ}$ 08 m)
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; padding: 2px;">100</span>	Mesin Press 10C Tor (2 8 m x $^{\circ}$ 08 m)
<span style="background-color: #8B4513; border: 1px solid black; padding: 2px;">150</span>	Mesin Press 15C Ton ( $^{\circ}$ 8 m x C 8 m)
<span style="background-color: #FF0000; border: 1px solid black; padding: 2px;">DX</span>	Mesin Press 10C Tor ( $^{\circ}$ 8 m x $^{\circ}$ 8 m)
<span style="background-color: #00BFFF; border: 1px solid black; padding: 2px;">HD</span>	Mesin Press Hidrolik ( $^{\circ}$ 55 m x $^{\circ}$ 27 m)
<span style="background-color: #800080; border: 1px solid black; padding: 2px;">Dt</span>	Mesin double boring ( $^{\circ}$ 8 m x $^{\circ}$ 3 m)
<span style="background-color: #008000; border: 1px solid black; padding: 2px;">T</span>	Mesin Trimming ( $^{\circ}$ 3 m x $^{\circ}$ 08 m)
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; padding: 2px;">br</span>	Mesin Buffing ( $^{\circ}$ 2 m x $^{\circ}$ 08 m)

### 6.7. Perhitungan Total Jarak Tempuh Material pada Tata Letak Mesin Usulan Per hari

Perhitungan jarak pada tata letak usulan berdasarkan jarak antar mesin usulan frekuensi alat *material handling*. Pada tata letak usulan ini terdapat pergerakan inter sel. Hal ini mempengaruhi frekuensi intra sel dan menimbulkan frekuensi inter sel.

Jarak total alat *material handling* pada tata letak usulan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Jarak Total} &= \text{jarak total intra sel} + \text{jarak total inter sel} \\ &= 4675,195 \text{ m/hari} + 216,578 \text{ m/hari} \\ &= 4891,773 \text{ m/hari}\end{aligned}$$

### 7. Hasil

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan diatas, maka tata letak mesin usulan yang terbentuk terdiri dari:

- Sel 1 yang terdiri:
  - 9 jenis mesin: P10T, P63T, P40T, P16T, Buffing, P DX, P Hidrolik, P15T, Double boring.
  - 4 jenis komponen: komponen 27, komponen 8, komponen 9, komponen 1.
- Sel 2 yang terdiri:
  - 5 jenis mesin: P100T, P10T, P25T, P40T, P Hidrolik.
  - 4 jenis komponen : komponen 13, komponen 18, komponen 7, komponen 3, komponen 4, komponen 12, komponen 17, komponen 5, komponen 10, komponen 15, komponen 6, komponen 11, komponen 16.
- Sel 3 yang terdiri:
  - 7 jenis mesin: Trimming, P63T, P40T, P16T, Buffing, P25T, P100T.
  - 4 jenis komponen : komponen 22, komponen 29, komponen 26, komponen 25, komponen 14, komponen 19, komponen 2.
- Sel 4 yang terdiri:
  - 5 jenis mesin: Trimming, P20T, P DX, P16T, Buffing,.
  - 5 jenis komponen : komponen 20, komponen 21, komponen 28, Komponen 23, komponen 24.

## 8. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah:

1. Kekurangan dari tata letak mesin perusahaan saat ini adalah:
  - **Jarak tempuh material yang jauh.** Hal ini disebabkan oleh tata letak mesin yang kurang baik, dimana letak mesin–mesin yang seharusnya berdekatan diletakkan berjauhan, sehingga untuk mencapai tempat yang seharusnya dekat menjadi lebih jauh. Jauhnya jarak tempuh material mengakibatkan pemborosan waktu, dan tenaga, dan biaya, karena setiap menit yang dilewatkan material dalam fasilitas akan menambah ongkos melalui modal kerja yang tertanam pada material itu sendiri.
  - **Jumlah mesin yang berlebihan.** Hal ini disebabkan karena akibat pembagian departemen yang kurang tepat, sehingga alokasi kebutuhan mesin pada departemen menjadi tidak sesuai dengan kebutuhan. Dengan jumlah mesin yang berlebih, maka akan timbul biaya–biaya, seperti biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya pembelian mesin.
  - **Aliran material yang kurang beraturan.** Hal ini disebabkan oleh tata letak mesin yang kurang baik, sehingga pola aliran material menjadi tidak beraturan.
2. Manfaat penerapan tata letak mesin usulan adalah :
  - Total jarak tempuh alat *material handling* perhari berkurang dari 7401,66 m menjadi 4891,773 m hingga terjadi penghematan jarak sebesar 2509,887 m atau 33,9%.
  - Aliran material secara keseluruhan lebih teratur.
  - Penghematan jumlah mesin, dimana jumlah mesin yang dibutuhkan berkurang sebanyak 5 unit ( 1 unit mesin P10T, 1 unit mesin P25T, 1 unit mesin P40T, dan 2 unit mesin P63T).
  - Penghematan luas pemakaian lantai produksi.
  - Penghematan jumlah operator produksi, sehingga perusahaan dapat menghemat beban untuk pembayaran gaji operator

## DAFTAR PUSTAKA

1. Apple, J. M., 1990, *Plant Layout and Material handling*, Terjemahan: Nurhayati., Mardiono, ITB, Bandung.
2. Heragu, S., 1997, *Facilities Design*, PWS Publishing Company, Boston.
3. Kusiak, A., 1991, *Computational Inteleget In Design and Manufacturing*, Prentice Hall, New Jersey.
4. Singh, N., dan Rajamani, D., 1996, *Cellular Manufacturing Systems: Design, Planning, and Control*, Chapman & Hill, London.