

# PENENTUAN TIPE TATA LETAK PABRIK PADA INDUSTRI MANUFAKTUR PLASTIK

Loren Pratiwi<sup>1</sup>, Catharina BadraNawangpalupi<sup>2</sup>, Ivan Susanto<sup>3</sup>

1. Staf Pengajar, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
2. Staf Pengajar, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
3. Mahasiswa, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

## Kontak Person:

Loren Pratiwi  
Jl Ciumbuleuit 94  
Bandung, 401411

Telepon : 0818.0208.4699, E-mail: [loren.pratiwi@gmail.com](mailto:loren.pratiwi@gmail.com)

## Abstrak

*Tata letak pabrik merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi dalam sebuah industri manufaktur. Tata letak yang baik dapat mendukung keberlangsungan proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Tata letak pada industri manufaktur plastik yang diamati dalam penelitian ini menyebabkan adanya backtracking pada aliran material salah satu jenis produk. Selain itu pada rantai produksi terdapat penumpukan material ataupun produk jadi. Kondisi tata letak yang seperti ini tentunya harus diperbaiki agar aliran material dalam proses produksi menjadi lebih efisien. Untuk membuat sebuah perencanaan tata letak yang baik, terlebih dahulu harus ditentukan tipe tata letak yang sesuai dengan proses produksi yang berjalan di industri manufaktur tersebut. Dengan variasi produk yang cukup beragam dan perbedaan volume yang harus dihasilkan masing-masing jenis produk setiap harinya, perlu ditentukan tipe tata letak yang sesuai agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Terdapat 4 tipe tata letak dasar yang digunakan dalam sistem manufaktur yaitu, Fixed Layout, Product Layout, Process Layout, dan Group/Cell Layout. Variasi dan volume produksi merupakan salah satu karakteristik yang membedakan tipe tata letak Fixed layout, Product Layout, Process Layout, dan Group/Cell Layout. Untuk Group/Cell Layout, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk cell formation. Dalam penelitian ini, metode cell formation yang digunakan adalah Bond Energy Algorithm (BEA), Rank Order Clustering(ROC), dan Complete Linkage Clustering (CLC). Ukuran performansi yang digunakan untuk menentukan apakah tipe tata letak group/cell layout sesuai dengan industri manufaktur yang diamati adalah nilai efisiensi dan efikasi yang dihasilkan dari alternatif-alternatif pembentukan cell layout. Nilai efisiensi yang ingin dicapai minimal 0,75 sedangkan nilai efikasi minimal 0,5. Hasil dari pengelompokkan mesin ternyata tidak memenuhi nilai efisiensi dan efikasi minimum yang diinginkan, sehingga tipe tata letak yang tepat untuk industri manufaktur plastik adalah process layout.*

## PENDAHULUAN

Tata letak pabrik merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi dalam sebuah industri manufaktur. Tata letak yang baik dapat mendukung keberlangsungan proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Sedangkan pengaturan tata letak pabrik yang kurang baik mengakibatkan adanya *bottleneck*, siklus produksi menjadi panjang, pengontrolan stok sulit, terjadinya keramaian di suatu area, tingkat utilisasi yang rendah, *backtracking*, adanya operator dan peralatan yang menganggur, *order* tidak dapat terpenuhi atau terlambat dalam memenuhi kebutuhan konsumen dan lain-lain [1]. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan tata letak yang baik untuk mendukung sebuah proses produksi.

Tata letak pada industri manufaktur plastik yang diamati dalam penelitian ini menyebabkan adanya *backtracking* pada aliran material salah satu jenis produk. Selain itu pada rantai produksi terdapat penumpukan material ataupun produk jadi pada. Kondisi tata letak yang seperti ini tentunya harus diperbaiki agar aliran material dalam proses produksi menjadi lebih efisien. Untuk membuat sebuah perencanaan tata letak yang baik, terlebih dahulu harus ditentukan tipe tata letak yang sesuai dengan proses produksi yang berjalan di industri manufaktur tersebut.

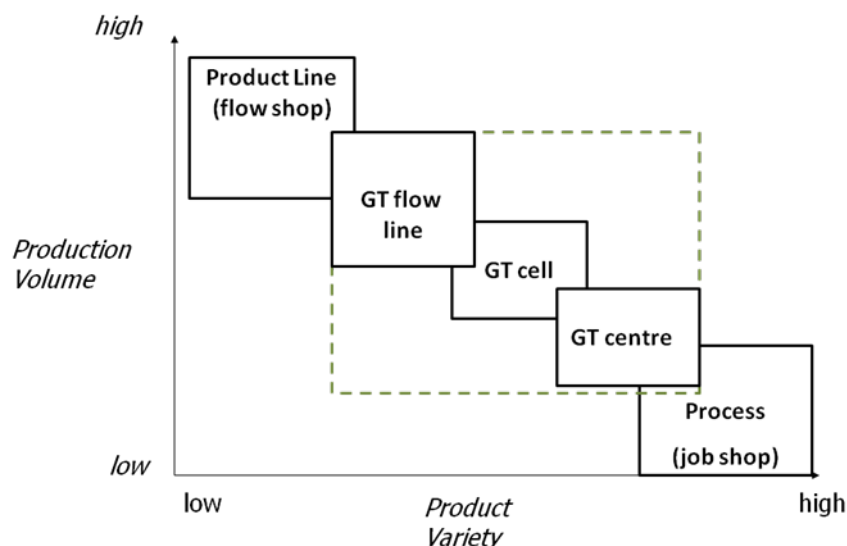
Variasi dan volume produksi merupakan salah satu karakteristik yang dipertimbangkan dalam penentuan tipe tata letak. Dengan variasi produk yang cukup beragam dan perbedaan volume yang harus dihasilkan masing-masing jenis produk setiap harinya, perlu ditentukan tipe tata letak yang sesuai agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe tata letak yang sesuai dengan proses produksi yang berjalan di industri manufaktur tersebut. Setelah mengetahui tipe tata letak yang sesuai, selanjutnya dapat dibuat sebuah perencanaan tata letak yang baik untuk mendukung aliran material pada proses produksi pada industri manufaktur tersebut.

## METODE PENELITIAN

Terdapat 4 tipe tata letak dasar yang digunakan dalam sistem manufaktur [1] yaitu, *Fixed Layout*, *Product Layout*, *Process Layout*, dan *Group/Cell Layout*. Variasi dan volume produksi merupakan salah satu karakteristik yang membedakan tipe tata letak *Product Layout*, *Process Layout*, dan *Group/Cell Layout*. Gambar 1 menunjukkan tipe tata letak yang sesuai untuk variasi dan volume produksi tertentu.

Untuk *Group/Cell Layout*, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk *cell formation*. Secara garis besar, metode untuk *cell formation* dibagi menjadi 2 kelompok yaitu *part-machine group analysis* dan *similarity coefficient-based clustering* [2]. Metode yang digunakan dalam kelompok *part-machine group analysis* antara lain *Bond Energy Algorithm* (BEA), *Rank Order Clustering* (ROC), *Modified Rank Order Clustering* (MODROC), *Direct Clustering Algorithm* (DCA), dan *Cluster Identification Algorithm* (CIA). Sedangkan metode yang digunakan dalam kelompok *similarity coefficient-based clustering* antara lain *Single Linkage Clustering* (SLC), *Complete Linkage Clustering* (CLC), *Average Linkage Clustering* (ALC), *Linear Cell Clustering* (LCC) [2]. Dalam penelitian ini, metode *cell formation* yang digunakan adalah BEA, ROC, dan CLC.



**Gambar 1.** Product volume and variety relationships with different manufacturing systems  
(Sumber : Singh and Nanua, 1996)

Evaluasi tipe tata letak dilakukan untuk melihat tipe tata letak yang sebaiknya diterapkan dalam rantai produksi departemen plastik. Hasil evaluasi tipe tata letak nantinya akan membantu peneliti dalam melakukan perancangan tata letak rantai produksi departemen plastik. Pada penelitian ini, tipe tata letak *Group/Cell Layout* dan *Process Layout* merupakan tipe tata letak yang sesuai untuk rantai produksi departemen plastik. Penentuan apakah tipe tata letak *Group/Cell Layout* sesuai atau tidak dilihat dari nilai *grouping efficiency* dan *grouping efficacy* dari hasil pengelompokan sel (*cell formation*). Apabila nilai *grouping efficiency* dibawah 0,75 dan nilai *grouping efficacy* dibawah 0,5 maka tipe tata letak *Group/Cell Layout* tidak dapat digunakan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan oleh industri manufaktur plastik yang diamati sangat banyak. Contohnya adalah *bobbin sleeve*, *supporter poy*, *ring paper bobbin*, *handle*, *black cuff*, *end cup uni pro*, *feather large cuff*, *kyklos end cup*, *kyklos inner tube*, *kyklos paint roller*, *large locking device*, *LE*

*collar small, new paint roller, new thick, bobbin keranjang, socket, dan lain-lain. Untuk penelitian ini yang diamati hanya 6 jenis yaitu bobbin sleeve, bobbin keranjang, handle, ring paper bobbin, new paint roller, dan new thick. Keenam produk tersebut dipilih karena dianggap sudah dapat merepresentasikan proses-proses atau aliran material yang terjadi pada rantai produksi. Volume produksi yang dihasilkan dalam satu hari adalah 3000 pieces bobbin sleeve, 4000 pieces ring paper bobbin, 1000 pieces bobbin keranjang, 3000 pieces handle, 200 pieces new paint roller dan 180 pieces new thick.*

Industri manufaktur plastik yang diamati saat ini memiliki 24 stasiun kerja dan 35 mesin pada departemen produksinya. Terdapat 8 jenis mesin yaitu: mesin *extrusion*, mesin *injection*, mesin *press*, mesin pengukurat (“grege”), mesin inspeksi, mesin *cutting*, mesin *mixer*, dan mesin penghancur. Sesuai dengan produk yang diamati, maka jumlah mesin yang diamati dalam penelitian ini berjumlah 13 buah. Tabel 1 menunjukkan pengalokasian mesin yang dilakukan oleh pihak perusahaan untuk memproses 6 jenis produk yang menjadi fokus penelitian mulai dari bahan mentah sampai menjadi produk jadi.

**Tabel 1.** Pengalokasian Mesin

	<i>Bobbin Sleeve</i>	<i>Bobbin Keranjang</i>	<i>Handle</i>	<i>New Paint Roller</i>	<i>New Thick</i>	<i>Ring Paper Bobbin</i>
Mesin <i>mixer</i> A	1	0	0	1	1	0
Mesin <i>mixer</i> B	0	1	1	0	0	1
Mesin <i>injection</i> A ( <i>Ring Paper Bobbin</i> )	0	0	0	0	0	1
Mesin <i>injection</i> B ( <i>Bobbin Keranjang</i> )	0	1	0	0	0	0
Mesin <i>extrusion</i> A ( <i>Bobbin Sleeve</i> )	1	0	0	0	0	0
Mesin <i>extrusion</i> B ( <i>New Paint Roller</i> )	0	0	0	1	0	0
<i>Extrusion C (New Thick)</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Extrusion D (Handle)</i>	0	0	1	0	0	0
Mesin pengukurat	1	0	0	0	0	0
Mesin <i>press</i>	1	0	0	0	0	0
Mesin <i>cutting</i>	0	0	0	1	1	0
Mesin inspeksi	0	0	1	0	0	0
Mesin penghancur	1	1	1	1	1	1

Industri manufaktur plastic yang diamati memiliki variasi produk dan volume produksi yang cukup tinggi sehingga tidak mungkin untuk menerapkan tipe tata letak *Fixed Product* atau *Product Layout*. Tipe tata letak *Fixed Product* sesuai untuk industri atau perusahaan yang memiliki variasi produk dan volume produksi yang rendah. Sedangkan *Product Layout* lebih sesuai untuk industri atau perusahaan yang memiliki variasi rendah dan volume produksi tinggi.

Dengan variasi produk dan volume produksi yang cukup tinggi, tipe tata letak yang sesuai adalah *Process Layout*. Namun tidak menutup kemungkinan *Group/Cell Layout* juga sesuai karena *Group/Cell Layout* sesuai untuk variasi dan volume produksi yang tidak terlalu tinggi ataupun rendah (Lihat Gambar 1.) Dengan demikian dalam penelitian ini akan dianalisis apakah *Group/Cell Layout* dapat menjadi tipe tata letak yang sesuai untuk industri manufaktur plastik. Ukuran performansi yang digunakan untuk menentukan apakah tipe tata letak *group/cell layout* sesuai dengan industri

manufaktur yang diamati adalah nilai efisiensi (*grouping efficiency*) dan efikasi (*grouping efficacy*) yang dihasilkan dari alternatif-alternatif pembentukan *cell layout*.

Metode pembedakan *cell layout* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Bond Energy Algorithm* (BEA), *Rank Order Clustering* (ROC), dan *Complete Linkage Clustering* (CLC). Metode *Bond Energy Algorithm* (BEA) dikembangkan oleh McCormick, Schweitzer dan White. Metode BEA ini menggunakan ukuran keefektifan (ME) dalam memperbaiki keseragaman dari anggota setiap kelompok *part-machine* [2]. Persamaan (1) dan (2) menunjukkan rumus untuk menghitung ME baris dan ME kolom. Hasil pengelompokkan mesin dan part dengan metode BEA dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

$$ME \text{ (Kolom)} = \sum_{p=1}^i \sum_{m=1}^m a_{pm} \cdot a_{(p+1)m} \quad (1)$$

$$ME \text{ (Baris)} = \sum_{p=1}^i \sum_{m=1}^m a_{pm} \cdot a_{p(m+1)} \quad (2)$$

$A_{pm}$  = nilai matriks BEA *part* ke  $p$  dan *machine* ke  $m$

**Tabel 2.** Pengelompokkan mesin dan part dengan metode BEA alternatif 1

	p4	p5	p1	p2	p3	p6
m3	0	0	0	0	0	1
m2	0	0	0	1	1	1
m13	1	1	1	1	1	1
m1	1	1	1	0	0	0
m11	1	1	0	0	0	0
m6	1	0	0	0	0	0
m4	0	0	0	1	0	0
m5	0	0	1	0	0	0
m9	0	0	1	0	0	0
m10	0	0	1	0	0	0
m7	0	1	0	0	0	0
m8	0	0	0	0	1	0
m12	0	0	0	0	1	0

ROC merupakan suatu metode yang dikembangkan oleh King untuk mengelompokkan *part-machine*. ROC menyediakan sesuatu yang mudah, efektif dan analisi yang efisien untuk *computerized* [2]. Persamaan (3) dan (4) menunjukkan rumus untuk melakukan pembobotan biner untuk baris dan kolom. Hasil pengelompokkan mesin dan part dengan metode ROC dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

$$C_m = \sum_{p=1}^P 2^{P-p} \cdot a_{pm} \quad (a_{pm}=0 \text{ atau } 1) \quad (3)$$

$$R_p = \sum_{m=1}^M 2^{M-m} \cdot a_{pm} \quad (a_{pm}=0 \text{ atau } 1) \quad (4)$$

**Tabel 3.** Pengelompokkan mesin dan part dengan metode BEA alternatif 2

	p4	p5	p1	p2	p3	p6
m3	0	0	0	0	0	1
m2	0	0	0	1	1	1
m13	1	1	1	1	1	1
m1	1	1	1	0	0	0
m11	1	1	0	0	0	0
m6	1	0	0	0	0	0
m4	0	0	0	1	0	0
m5	0	0	1	0	0	0
m9	0	0	1	0	0	0
m10	0	0	1	0	0	0
m7	0	1	0	0	0	0
m8	0	0	0	0	1	0
m12	0	0	0	0	1	0

**Tabel 4.** Pengelompokkan mesin dan part dengan metode ROC alternatif 1

	p1	p4	p5	p2	p3	p6
m13	1	1	1	1	1	1
m1	1	1	1	0	0	0
m5	1	0	0	0	0	0
m9	1	0	0	0	0	0
m10	1	0	0	0	0	0
m11	0	1	1	0	0	0
m6	0	1	0	0	0	0
m7	0	0	1	0	0	0
m2	0	0	0	1	1	1
m4	0	0	0	1	0	0
m8	0	0	0	0	1	0
m12	0	0	0	0	1	0
m3	0	0	0	0	0	1

*Complete Linkage Clustering* (CLC) adalah salah satu metode yang termasuk dalam *similarity coefficient-based clustering*. CLC mengkombinasikan 2 kelompok (*cluster*) berdasarkan *minimum similarity level*. *Similarity level* diperoleh melalui *Jaccard coefficient* yang mengindikasikan *maximum similarity* ketika dua mesin memproses part yang sama (dalam pengelompokkan mesin) atau 2 part menggunakan mesin yang sama (dalam pengelompokkan part) [2]. Persamaan (5) menunjukkan rumus untuk menentukan *Jaccard coefficient*. Hasil pengelompokkan mesin dan part dengan metode ROC dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

$$S_{mn} = a / (a + b + c), \quad 0.0 \leq S_{mn} \leq 1.0 \quad (5)$$

a = jumlah part yang dikerjakan oleh mesin m dan n

b = jumlah part yang dikerjakan oleh mesin m saja

c = jumlah part yang dikerjakan oleh mesin n saja

**Tabel 5.** Pengelompokkan mesin dan part dengan metode ROC alternatif 2

	p1	p4	p5	p2	p3	p6
m13	1	1	1	1	1	1
m1	1	1	1	0	0	0
m5	1	0	0	0	0	0
m9	1	0	0	0	0	0
m10	1	0	0	0	0	0
m11	0	1	1	0	0	0
m6	0	1	0	0	0	0
m7	0	0	1	0	0	0
m2	0	0	0	1	1	1
m4	0	0	0	1	0	0
m8	0	0	0	0	1	0
m12	0	0	0	0	1	0
m3	0	0	0	0	0	1

**Tabel 6.** Pengelompokkan mesin dan part dengan metode CLC alternatif 1

	p5	p4	p6	p3	p2	p1
m1	1	1	0	0	0	1
m3	0	0	1	0	0	0
m4	0	0	0	0	1	0
m6	0	1	0	0	0	0
m7	1	0	0	0	0	0
m13	1	1	1	1	1	1
m11	1	1	0	0	0	0
m2	0	0	1	1	1	0
m12	0	0	0	1	0	0
m8	0	0	0	1	0	0
m5	0	0	0	0	0	1
m9	0	0	0	0	0	1
m10	0	0	0	0	0	1

Terdapat dua ukuran peformansi yang digunakan untuk menentukan apakah tata letak dapat dibuat dalam bentuk *cell formation* atau tidak. Ukuran performansi yang digunakan adalah *grouping efficiency* dan *grouping efficacy*.

*Grouping efficiency* dikenalkan oleh Chandrasekaran dan Rajagopalan (1986) dan merupakan salah satu ukuran untuk mengevaluasi hasil akhir yang diperoleh dari berbagai algoritma atau metode *cell formation*. Baik atau tidaknya sebuah solusi yang dihasilkan tergantung dari utilisasi mesin dalam *cell* atau antar *cell* (*inter-cell movement*). Nilai bobot (*w*) yang disarankan untuk perhitungan *grouping efficiency* adalah 0.5 [2]. Persamaan (6) menunjukkan rumus untuk menghitung *grouping efficiency*.

$$\text{Grouping Efficiency } (\eta) = (w) \frac{o - e}{o - e + v} + (1 - w) \frac{MP - o - v}{MP - o - v + e} \quad (6)$$

M= jumlah mesin

P= jumlah part

o= jumlah angka satu dalam matriks

e= jumlah angka satu diluar *clustering*

v= jumlah angka nol di dalam hasil *clustering*

**Tabel 7.** Pengelompokkan mesin dan part dengan metode CLC alternatif 2

	p5	p4	p6	p3	p2	p1
m1	1	1	0	0	0	1
m3	0	0	1	0	0	0
m4	0	0	0	0	1	0
m6	0	1	0	0	0	0
m7	1	0	0	0	0	0
m13	1	1	1	1	1	1
m11	1	1	0	0	0	0
m2	0	0	1	1	1	0
m12	0	0	0	1	0	0
m8	0	0	0	1	0	0
m5	0	0	0	0	0	1
m9	0	0	0	0	0	1
m10	0	0	0	0	0	1

*Grouping efficacy* dikenalkan oleh Kumar dan Chandrasekaran (1990) untuk mengatasi kurangnya kemampuan *grouping efficiency* untuk membedakan matriks yang terstruktur dengan baik dan yang tidak terstruktur dengan baik. Dalam *grouping efficacy*, range 0-1 memiliki arti yang lebih dan nilai *grouping efficacy* tidak dipengaruhi dengan besarnya matriks. Persamaan (7) menunjukkan rumus untuk menghitung *grouping efficacy*.

$$\text{Grouping Efficacy } (\tau) = \frac{o - e}{o + v} \quad (7)$$

Tabel 8 menunjukkan hasil rekapitulasi ukuran performansi dari pengelompokkan mesin dan part (*cell formation*) berdasarkan metode BEA, ROC, dan CLC.

**Tabel 8.** Rekapitulasi Perhitungan Nilai *Grouping Efficiency* dan *Grouping Efficacy*

Metode	Alternatif ke-	<i>Grouping Efficiency</i>	<i>Grouping Efficacy</i>
BEA	1	0.64103	0.3778
	2	0.6042	0.3396
ROC	1	0.7179	0.4762
	2	0.6827	0.4
CLC	1	0.6067	0.2821
	2	0.5645	0.2308

Nilai dari *grouping efficiency* tidak ada yang lebih besar dari 0.75. Normalnya nilai dari *grouping efficiency* berada pada range 0.75-1. Solusi yang sangat buruk dengan jumlah *exceptional element* yang banyak akan memberikan nilai *grouping efficiency* 0.75 [2]. Dengan demikian, jika hasil dari pengelompokkan mesin dan part (*cell formation*) tidak mencapai nilai 0.75, dapat dikatakan tipe

tata letak *group technology layout* tidak sesuai untuk diterapkan. Demikian juga nilai *grouping efficacy*, tidak ada yang lebih besar 0.5 sehingga tipe tata letak *group technology layout* tidak sesuai untuk diterapkan.

Dengan tidak sesuainya tipe tata letak *group technology layout* untuk diterapkan, maka tipe tata letak terpilih adalah *process layout*. Tipe tata letak *process layout* menjadi satu-satunya tipe tata letak yang sesuai untuk industri manufaktur plastik yang memiliki variasi produk tinggi dan volume produksi yang tinggi. Tipe tata letak *process layout* menempatkan mesin yang sejenis berdekatan. Bagi industri manufakatur plastik, hal ini juga dapat mempermudah proses pengaturan saluran air, angin, dan listrik.

## **KESIMPULAN**

Setelah melakukan *cell formation* dengan menggunakan metode *Bond Energy Algorithm* (BEA), *Rank Order Clustering* (ROC), dan *Complete Linkage Clustering* (CLC), ternyata tidak ada *cell formation* yang mencapai nilai *grouping efficiency* 0,75 dan nilai *grouping efficacy* 0,5. Dengan demikian tipe tata letak *group technology layout* tidak dapat digunakan pada industri manufaktur plastik. Tipe tata letak yang lebih sesuai untuk industri manufaktur plastik yang memiliki variasi produk dan volume produksi yang tinggi adalah *process layout*.

## **REFERENSI**

- [1]. Tompkins, James A., White, Jhon A., Brozer, Yavuz A., Frazelle, Edward H., Tanchoco, J. M. A., and Trevino, Jamie. 1996, *Facilities Planning*, 2<sup>nd</sup> ed., John Willey & Sons Inc, New York.
- [2]. Singh, Nanua and Rajamani, Divakar, 1996, *Cellular Manufacturing System Design, Planning and Controlling*, Chapman & Hall, London.