

PEMBENTUKAN SEL-SEL MANUFAKTUR DENGAN MENGUNAKAN METODE BETROC DI PT NIKKATSU ELECTRIC WORKS*

Richard Jopie Pratama, Susy Susanty, Lisy Fitria
Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

E-mail: Jopie_pratama@yahoo.com

ABSTRAK

PT NIKKATSU mempunyai rencana menambah mesin baru dalam upaya peningkatan kapasitas produksi transformer. PT NIKKATSU memproduksi produk transformer dengan varian dan jumlah yang cukup banyak, dan komponen transformer yang beragam memiliki kesamaan karakteristik desain, proses dan teknologi yang digunakan maka diusulkan tata letak yang sesuai adalah group technology layout. Metode pada Group Technology Layout yang digunakan adalah Better Alternative To Rank Order Clustering (BETROC). Hasil dari pengolahan data yang dilakukan dengan membuat 4 alternatif dengan berupa sel-sel manufaktur menurut Grouping Efficacy (GE) adalah alternatif 3 yang memiliki 4 sel manufaktur karena memiliki nilai GE paling besar yaitu 0,433. Hasil perbandingan menunjukkan solusi dari metode BETROC lebih baik daripada tata letak awal dengan nilai GE untuk metode BETROC 0,433 sedangkan tata letak awal 0.387. Sehingga dapat disimpulkan bahwa GT layout lebih baik daripada process layout yang diterapkan PT NIKKATSU saat ini.

Kata Kunci : Tata Letak, Group Technology, BETROC

ABSTRACT

PT NIKKATSU has plans to add a new engine in an effort to increase production capacity transformers. PT NIKKATSU producing transformers with variants and considerable amounts, and components of diverse transformers have similar design characteristics, process and technology used then proposed appropriate layout is the layout technology group. The method used Layout Technology Group is Better Alternative To Rank Order Clustering (BETROC). Results of the data processing is done by making four alternative form of manufacturing cells by Grouping Efficacy (GE) is the third alternative that works 4 cell manufacturing because it has the greatest value of GE is 0.433. The comparison shows the solution of BETROC method is better than the initial layout to the value of GE's method 0.433 BETROC 0.387 while the initial layout. Concluded the GT layout better than the process layout applied PT NIKKATSU

Key Word : Layout, Group Technology, BETROC

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

1. PENDAHULUAN

1.1 PENGANTAR

Bidang industri manufaktur terus mengalami perkembangan setiap waktu, pada perkembangannya membuat setiap perusahaan harus menyediakan fasilitas yang dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan berbagai hal seperti penjadwalan produksi, perubahan tata letak, perbaikan mesin, penambahan mesin dan lain sebagainya.

PT NIKKATSU merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi komponen-komponen listrik dan lampu hemat energi. Salah satu produk utama PT NIKKATSU yaitu produk transformer. PT NIKKATSU memproduksi komponen transformer yang cukup beragam dan volume produksi yang cukup banyak dalam satuan waktu produksi.

Perusahaan sering mendapatkan permintaan produk transformer dari konsumen yang jumlahnya lebih besar dari kapasitas produksi perusahaan. Besarnya permintaan mendorong perusahaan agar dapat meningkatkan kapasitas produksi produk transformer.

1.2 Identifikasi Masalah

PT NIKKATSU mengalami permintaan yang lebih besar dari kapasitas produksi, maka perusahaan harus meningkatkan kapasitas produksi. PT NIKKATSU akan melakukan peningkatan kapasitas produksi dengan menambah mesin sehingga dibutuhkan perencanaan untuk susunan mesin. Berdasarkan hubungan jenis tata letak dengan volume produksi dan variasi produk, maka perusahaan akan menggunakan pendekatan *Group Technology Layout*. Pada *Group Technology* salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Better Alternative to Rank Order Clustering* (BETROC). Metode ini dianggap memiliki kualitas yang lebih efisien dibandingkan metode lainnya (Babu, dkk, 2000). Metode ini dinilai lebih efisien berdasarkan pengujian *Grouping Efficacy* metode ini memiliki nilai yang lebih besar dari metode-metode lain dan pada BETROC dapat dilakukan pengecekan kapasitas mesin. Tujuan dilakukannya penelitian yaitu menghasilkan bentuk-bentuk pengelompokan mesin ke dalam sel-sel mesin dan *part-part* ke *family part* dengan menggunakan metode BETROC.

2. STUDI LITERATUR

2.2 Perancangan Tata Letak Fasilitas

Definisi rancangan fasilitas menurut Apple (1977) yaitu menganalisa, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang dan jasa

Menurut Singh dan Rajamani (1996) terdapat 4 jenis tata letak yang umumnya diterapkan dalam sistem manufaktur, yaitu:

1. *Product layout*
2. *Process layout*
3. *Fixed position layout*
4. *Group technology layout*

Penggunaan jenis tata letak pada sistem manufaktur didasarkan pada volume produksi serta variasi produk yang diproduksi (Singh dan Rajamani, 1996). Apabila variasi produk tinggi dan volume produksi rendah maka tata letak yang sesuai yaitu *process layout*. Untuk variasi produk rendah dan volume produksi tinggi maka tata letak yang sesuai yaitu *product layout*. Sedangkan apabila jumlah variasi produk cukup beragam dan volume produksi cukup banyak, serta komponen-komponen yang beragam tersebut memiliki kesamaan karakteristik

desain, proses dan teknologi yang digunakan maka tata letak yang sesuai adalah *group technology*.

2.2 Group Technology

Pada dasarnya *group technology* memanfaatkan pengelompokan objek berdasarkan kesamaan atau kemiripan produk.

Kusiak (1990) menyebutkan bahwa terdapat 2 metode yang dapat digunakan pada pendekatan *group technology*, yaitu:

1. Metode Klasifikasi
Metode ini digunakan untuk mengelompokkan *part* menjadi kelompok *part* berdasarkan cirri desainnya.
2. Metode *Clustering*
Pendekatan ini dapat digunakan untuk mengelompokkan produk-produk kedalam kedalam kelompok produk dan mesin-mesin kedalam sel-sel mesin. Pengelompokan dilakukan berdasarkan kesamaan proses produksi

Pada *group technology* terdapat pendekatan formulasi matriks yang merupakan salah satu dari pemecahan masalah menggunakan *group technology*. Dalam formulasi matriks dihasilkan matriks *part*-mesin (a_{ij}) yang berisi elemen bernilai 1 atau 0, yang dapat diartikan sebagai berikut:

- 1 = bila mesin *i* digunakan untuk mengerjakan *part j*
- 0 = bila mesin *i* tidak digunakan untuk mengerjakan *part j*

Pada *group technology* terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan yaitu algoritma *Average Linkage Clustering* (ALC), *Rank Order Clustering* (ROC), *Better Alternative to Rank Order Clustering* (BETROC) dan lain sebagainya.

Algoritma *Average Linkage Clustering* (ALC) merupakan salah satu metode *Coefficient Clustering*. Pada dasarnya algoritma koefisien kesamaan mengelompokkan produk dan atau mesin berdasarkan nilai dari koefisien.

Algoritma *Rank Order Clustering* (ROC) ini dikembangkan oleh King (1980) dalam (Kusiak, 1990) untuk kelompok *part*-mesin. Algoritma ini merupakan teknik analisis yang relatif efektif, efisien dan sederhana. Setiap baris dan kolom dalam matriks *part*-mesin dapat dibaca sebagai kelipatan 2. Prosedur ini menjumlahkan kelipatan 2 tersebut sesuai dengan iterasi dalam susunan dari nilai terkecil sampai tidak dapat diubah.

Algoritma *Better Alternative To Rank Order Clustering* (BETROC) ini merupakan salah satu metode dari *group technology layout*. Algoritma BETROC merupakan pengembangan dari algoritma ROC. Pada prinsipnya, algoritma ini mengelompokkan *part-part* ke dalam *family part* dengan cara memadukan cara kerja pengelompokan algoritma ROC dan algoritma ALC. Kemudian melakukan pemeriksaan kapasitas mesin apakah tersedia cukup kapasitas untuk memproses semua *part*.

Langkah-langkah yang terdapat pada algoritma ini adalah sebagai berikut (Babu, dkk, 2000):

- Langkah 1 Pembuatan matriks *part* mesin awal dan penentuan MNUM
- Langkah 2 Pengelompokan mesin dengan *Algoritma Average Linkage* (ALC)
- Langkah 3 Pengelompokan *part* –Mesin dengan algoritma *Rank Order Clustering* (ROC)
- Langkah 4 Identifikasi mesin yang harus duplikasi dan *part* eksepsional
- Langkah 5 Modifikasi matriks *part*-mesin

- Langkah 6 Pengelompokan *part*-mesin modifikasi dengan algoritma ROC
- Langkah 7 Memperkecil *part*-mesin modifikasi
- Langkah 8 Memeriksa sel mesin dan *part family*
- Langkah 9 Pengurangan jumlah sel mesin

2.3 Pengukuran Performasi

Kualitas-kualitas dari solusi-solusi yang didapatkan berdasarkan pengolahan data yang dilakukan dapat dibandingkan dengan menggunakan suatu ukuran performansi didalam kriteria tertentu. Ada tiga macam metode yang digunakan untuk menghitung pengukuran performansi (Singh dan Rajamani, 1996) sebagai berikut:

1. *Grouping Efficiency* (η)

Dikenalkan oleh Chandrasekaran dan Rajagopalan (1986) dalam (Singh dan Rajamani, 1996). Kualitas dari sebuah solusi tergantung tingkat penggunaan (*utilization*) dari mesin dalam sel dan pergerakan antar sel (*inter-cell movement*).

2. *Grouping Efficacy* (τ)

Digunakan untuk mengatasi rendahnya kemampuan antara matriks terstruktur baik dengan matrik terstruktur kurang baik. *Grouping Efficacy* tidak terpengaruh dengan ukuran matriks seperti yang terdapat pada *Grouping Efficiency*. Perhitungan *Grouping Efficacy* menggunakan Persamaan 1.

$$\tau = \frac{o - e}{o + v} \quad (1)$$

Keterangan:

e = Jumlah *part* eksepsional

v = jumlah *void* yang berada dalam blok diagonal

T = *grouping efficacy*

O = jumlah keseluruhan operasi

3. *Grouping measure* (η_g)

Merupakan pengukuran langsung keefektivitasan dari sebuah algoritma untuk memperoleh matrik akhir pengelompokan. Hasil *grouping measure* dapat tinggi apabila utilisasi dari mesin besar dengan memiliki beberapa *void* dan memiliki beberapa *part* yang di proses di lebih dari satu sel.

2.4 Penentuan Jumlah Mesin Dalam Tiap Sel

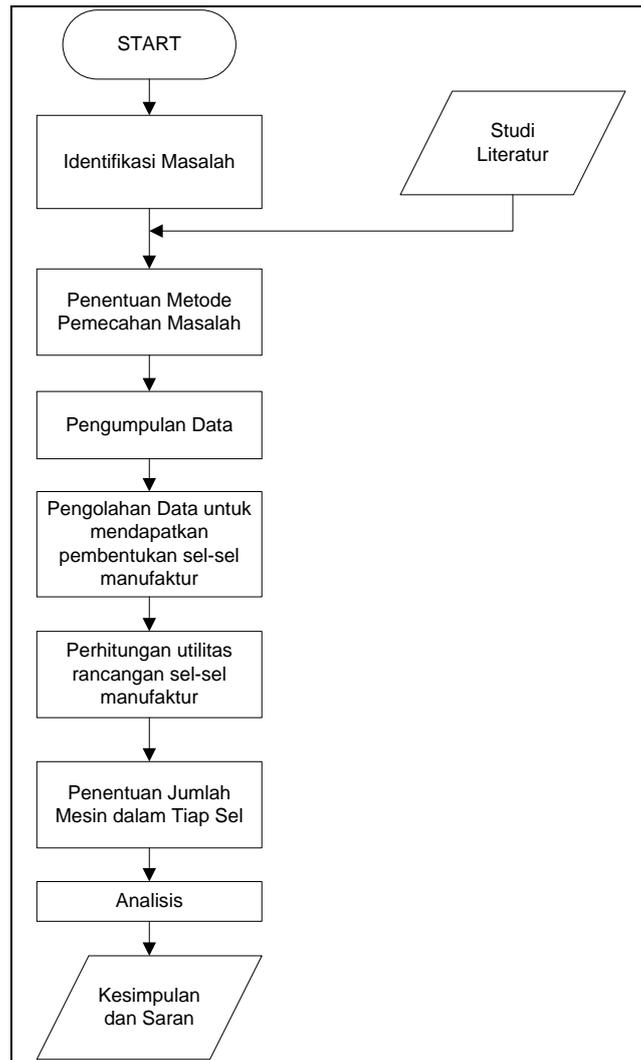
Penentuan jumlah mesin dalam tiap sel dilakukan untuk menyeimbangkan jumlah mesin dalam tiap sel manufaktur yang terbentuk. Penentuan jumlah mesin pada tiap sel dilakukan pada solusi yang dihasilkan oleh langkah 9 yang memiliki ukuran performansi terbaik. Penentuan jumlah mesin dalam tiap sel dilakukan dengan menghitung waktu proses yang dibutuhkan oleh kelompok *part* pada masing-masing sel yang terbentuk. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan jumlah mesin yang terdapat dalam sel adalah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu proses tiap *part* dikali dengan jumlah produksi.
2. Menjumlahkan waktu proses *part* tiap sel.
3. Menjumlahkan waktu proses *part* dalam sel dengan waktu proses total setiap mesin.
4. Membagi jumlah waktu proses *part* dalam sel dengan waktu proses total setiap mesin.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mendapatkan pemecahan masalah. Langkah-langkah yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

*Pembentukan Sel-Sel Manufaktur Dengan Menggunakan Metode BETROC DI PT. NIKKASTSU
ELECTRIC WORKS*



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, dilakukan metodologi penelitian sebagai berikut

1. Identifikasi masalah pada tahap ini akan dilakukan perumusan masalah yang nantinya akan mendapatkan suatu formasi matriks sebagai susunan mesin.
2. Studi Literatur memuat kumpulan materi mengenai dasar-dasar tata letak, metode metode tata letak serta pengukuran performasi.
3. Penentuan Metode Pemecahan Masalah, berisi mengenai konsep tata letak yang sesuai dengan masalah perusahaan.
4. Pengumpulan Data, berisi mengenai data dan informasi sebagai input pada penelitian.
5. Pengolahan Data, berisi mengenai perhitungan data pada penelitian.
6. Perhitungan Utilisasi Rancangan Sel-Sel Manufaktur, berisi mengenai perhitungan performansi untuk hasil matriks rancangan.
7. Penentuan Jumlah Mesin dalam Tiap Sel, berisi mengenai jumlah mesin yang harus berada pada hasil rancangan.
8. Analisis , berisi mengenai pembahasan yang berkaitan dengan metode dan hasil rancangan.
9. Kesimpulan dan Saran, berisi mengenai kesimpulan pada penelitian dan saran untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, data produk dan target produksi setiap produknya, data jenis dan jumlah mesin, data waktu proses setiap produknya.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan metode BETROC memiliki 9 langkah pemecahan masalah hingga membandingkan metode terpilih berdasarkan nilai *Grouping Efficacy* terbesar dan penentuan jumlah mesin untuk hasil terpilih.

4.2.1 Langkah 1 Pembuatan matriks part mesin awal dan penentuan MNUM

Pada langkah ini dilakukan pembuatan matriks *part*-mesin awal yang diperoleh dari urutan proses setiap *part* pada setiap mesin dan penentuan nilai MNUM. *Nilai Maximum Number* (MNUM) yang merupakan jumlah maksimum proses yang dialami oleh suatu *part*. Apabila jumlah proses yang berbeda beda tiap *part* maka nilai MNUM berdasarkan jumlah rata-rata proses dari seluruh operasi *part*. Nilai MNUM yang ditetapkan berdasarkan jumlah rata-rata proses yang dimiliki tiap produk adalah 6. Matriks *part* mesin awal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks *part*-mesin awal

Mesin	Part															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1		1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1		1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3										1	1	1	1	1	1	1
4		1		1	1	1										
5		1		1												
6	1		1		1	1				1	1	1				
7															1	1
8							1	1	1							
9	1		1		1	1	1			1	1	1	1	1	1	1
10					1	1							1	1	1	1
11	1		1		1	1									1	1
12		1		1												
13							1	1	1							
14		1		1			1	1	1	1	1	1	1	1		
15								1	1	1	1	1				

4.2.2 Langkah 2 Pengelompokan mesin dengan *Algoritma Average Linkage (ALC)*

Pengelompokan hanya dilakukan pada mesin, dengan melihat kedekatan koefisien sedangkan untuk *part* sesuai yang berkoresponden dengan mesin yang digunakan. Perhitungan koefisien hubungan antar mesin digunakan untuk mengelompokkan mesin yang memiliki koefisien terbesar atau keterkaitan besar. Pada penelitian ini dihasilkan dua kelompok mesin yaitu:

1. Sel mesin 1 terdiri dari mesin 10,11,7,1,2,9 dan 3
2. Sel mesin 2 terdiri dari mesin 14,15,6,8,13,5,12,4

Pembentukan Sel-Sel Manufaktur Dengan Menggunakan Metode BETROC DI PT. NIKKASTSU ELECTRIC WORKS

Mesin telah tersusun sesuai dengan algoritma ALC dan *part* disusun berdasarkan *part* yang berkoresponden dengan mesin yang digunakan. Hasil matriks dari algoritma ALC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Algoritma ALC

Mesin	Part															
	15	16	1	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	2	4
10	1	1			1	1							1	1		
11	1	1	1	1	1	1										
7	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	1	1	1		
9	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		
3	1	1								1	1	1	1	1		
14							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15								1	1	1	1	1				
6			1	1	1	1				1	1	1				
8							1	1	1							
13							1	1	1							
5															1	1
12															1	1
4					1	1									1	1

4.2.3 Langkah 3 Pengelompokan *part*-mesin dengan algoritma Rank Order Clustering (ROC)

Pada langkah 3 penggunaan algoritma ROC adalah tindak lanjutan dari hasil algoritma ALC. Pada algoritma ROC dilakukan pembobotan terhadap mesin dan *part* dan dilakukan pengurutan bobot dari terbesar ke terkecil. Hasil dari pembobotan algoritma ROC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Algoritma ROC

Mesin	Part																BWj
	15	16	13	14	5	6	1	3	10	11	12	7	8	9	2	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					65520
9	1	1	1	1	1	1											64512
2	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1			62460
10	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1			62460
7	1	1	1	1					1	1	1						61664
11	1	1			1	1	1	1									52992
1	1	1															49152
6			1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	12543
14					1	1	1	1	1	1	1						4064
12					1	1									1	1	3075
4									1	1	1		1	1			236
8												1	1	1			28
13												1	1	1			28
15															1	1	3
5															1	1	3
BWi	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	

4.2.4 Langkah 4 Identifikasi Mesin Yang Harus Duplikasi Dan *Part* Eksepsional

Tujuan langkah ini untuk mengidentifikasi *part-part* eksepsional (*part* yang perlu diproses pada lebih dari satu mesin) dan mesin-mesin yang harus diduplikasi. Pemeriksaan dilakukan dengan menghitung DUPM dan DUPC.

Nilai DUPM didapat dari hasil perbandingan kapasitas yang dibutuhkan dengan kapasitas yang tersedia. Apabila mesin memiliki nilai DUPM > 1 maka mesin harus diduplikasi sebanyak jumlah *part* yang diproses. Pada penelitian ini mesin yang harus diduplikasi yaitu mesin 1,2, 6,9 dan 14

Part dikatakan eksepsional jika memiliki nilai DUPC > MNUM, nilai MNUM yang telah ditentukan pada langkah 1 yaitu 6. Nilai DUPC didapat dari jumlah proses yang dialami *part*. Pada penelitian ini *part* yang nilai DUPC > MNUM dikatakan *part* eksepsional yaitu *part* 10, 11,12 15 dan 16

4.2.5 Langkah 5 Modifikasi Matriks *Part*-Mesin

Modifikasi yaitu melakukan penambahan jumlah mesin dan *part* sesuai hasil yang diperoleh dari langkah 4. Duplikasi pada mesin dilakukan dengan menambahkan kolom sebanyak jumlah *part* yang membutuhkan mesin tersebut. *Part* eksepsional yaitu melakukan penambahan pada baris sebanyak mesin yang memproses *part* tersebut.

4.2.6 Langkah 6 Pengelompokan *Part*-Mesin Modifikasi Dengan Algoritma ROC

Pada langkah ini algoritma ROC digunakan kembali untuk mengelompokkan *part*-mesin pada matriks *part*-mesin modifikasi.

4.2.7 Langkah 7 Memperkecil *Part*-Mesin Modifikasi

Matriks yang telah di modifikasi kembali diperkecil dengan cara menghilangkan baris dan kolom yang sudah ditambahkan pada langkah 5. Baris dan kolom yang dikurangi adalah baris atau kolom dengan mesin atau *part* yang berada pada satu formasi blok. Pada penelitian ini dilakukan dengan membuat 4 alternatif. Formasi setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 4 sampai Tabel 7. Formasi sel yang dihasilkan dari matriks *part*-mesin alternaif 1 yang terdiri dari 2 sel. Formasi sel yang dihasilkan dari matriks *part*-mesin alternaif 2 yang terdiri dari 3 sel. Formasi sel yang dihasilkan dari matriks *part*-mesin alternaif 3 yang terdiri dari 4 sel. Formasi sel yang dihasilkan dari matriks *part*-mesin alternaif 4 yang terdiri dari 5 sel.

Tabel 4. Formasi blok alternatif 1

Sel	Nomor Mesin	Nomor <i>Part</i>
1	3,10,9,2,1,14,11,4,6,12,5,8,13,15	13,14,15,16,10,11,12,5,6,1,3,2,4,7,8,9
2	9,2,7,1,6,14	10,11,12,15,16

Tabel 5. Formasi blok alternatif 2

Sel	Nomor Mesin	Nomor <i>Part</i>
1	3,10,9,2,1,114,11,4,6,12,5	13,14,15,16,10,11,12,5,6,1,3,2,4
2	8,13,9,2,1,14,15	7.8.9.10,11,12,15
3	9,2,7,1,6,14	16,10,11,12,15

Tabel 6. Formasi blok alternatif 3

Sel	Nomor Mesin	Nomor <i>Part</i>
1	3,10,9,2,1,14,11,4,6,12,5	13,14,15,16,10,11,12,5,6,1,3,2,4
2	8,13,9,2,1,14,15	7,8,9,10,11,12
3	9,2,7	10,11,12,15,16
4	1,6,14	11,12,15,16,10

Tabel 7. Formasi blok alternatif 4

Sel	Nomor Mesin	Nomor <i>Part</i>
1	3,10,9,2,1,14,11,4,6	13,14,15,16,10,11,12,5,6
2	9,2,1,6,12,5,14,8,13	1,3,15,16,2,4,7
3	15,2,1,14,9	8,9,10,11,12
4	9,2,7	15,16,10,11,12
5	1,6,14	11,12,15,16,10

4.2.8 Langkah 8 Memeriksa Sel Mesin Dan *Part Family*

Tujuan langkah ini adalah memeriksa sel-sel diagonal untuk mengetahui apakah mesin-mesin yang terdapat pada satu sel mesin dibutuhkan pula pada sel mesin lain. Pada penelitian ini seluruh mesin dan *part* telah ditempatkan pada sel yang sesuai oleh karena itu tidak perlu dilakukan pemindahan mesin atau *part*.

4.2.9 Langkah 9 Pengurangan Jumlah Sel Mesin

Langkah 9 bertujuan untuk mengurangi jumlah sel mesin yang telah terbentuk. Apabila ternyata jumlah sel mesin terbentuk lebih besar daripada yang diharapkan oleh perancang maka sel mesin dapat digabungkan.

Pada penelitian ini penggabungan sel dilakukan dengan mengutamakan pengurangan *part* eksepsional dan duplikasi mesin. Perhitungan yang dilakukan pada alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3 menghasilkan tidak diperlukan penggabungan sel karena nilai SC pada setiap konstanta bernilai 0, sedangkan untuk alternatif 4 terdapat nilai SC tertinggi untuk blok gabungan 1 dan 2.

4.2.10 Langkah 10 Pengurangan Jumlah Sel Mesin

Langkah 9 bertujuan untuk mengurangi jumlah sel mesin yang telah terbentuk. Apabila ternyata jumlah sel mesin terbentuk lebih besar daripada yang diharapkan oleh perancang maka sel mesin dapat digabungkan.

Pada penelitian ini penggabungan sel dilakukan dengan mengutamakan pengurangan *part* eksepsional dan duplikasi mesin. Perhitungan yang dilakukan pada alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3 menghasilkan tidak diperlukan penggabungan sel karena nilai SC pada setiap konstanta bernilai 0, sedangkan untuk alternatif 4 terdapat nilai SC tertinggi untuk blok gabungan 1 dan 2

4.2.11 Utilitas Rancangan Sel-Sel Manufaktur

Perhitungan utilitas rancangan sel-sel manufaktur yang digunakan untuk membandingkan kualitas *layout* dari beberapa alternatif solusi yang diukur dengan *Grouping Efficacy* (τ). Hasil perbandingan *Grouping Efficacy* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. *Grouping Efficacy* untuk setiap alternatif

Alternatif	e	v	o	$\varphi = \frac{e}{o}$	$\Theta = \frac{v}{o}$	$\tau = \frac{o-e}{o+v}$
1 (2 sel)	0	143	93	0	1,538	0,394
2 (3 sel)	0	135	93	0	1,452	0,408
3 (4 sel)	0	122	93	0	1,312	0,433
4 (5 sel)	4	128	93	0,043	1,376	0,403

Hasil Perhitungan *Grouping Efficacy* menunjukkan bahwa pada hasil perbandingan alternatif 1, 2, 3 dan alternatif 4 nilai *Grouping Efficacy* yang paling besar adalah alternatif 3 yang memiliki formasi 4 blok sel.

4.2.12 Penentuan Jumlah Mesin Dalam Tiap Sel

Penentuan jumlah mesin dalam tiap sel dilakukan untuk menyeimbangkan jumlah mesin dalam tiap sel manufaktur yang terbentuk. Penentuan jumlah mesin pada tiap sel dilakukan pada solusi terbaik yang memiliki nilai GE terbesar. Penentuan jumlah mesin dalam tiap sel

dilakukan dengan menghitung waktu proses yang dilakukan oleh kelompok *part* pada masing-masing sel yang terbentuk.

5. ANALISIS

5.1 ANALISIS METODE *BETTER ALTERNATIVE TO ROC* (BETROC)

Metode BETROC bertujuan untuk menghasilkan sel-sel mesin dan kelompok *part* yang dapat memudahkan penyusunan tata letak mesin di dalam sistem manufaktur. Kemudian melakukan pemeriksaan kapasitas mesin apakah tersedia cukup kapasitas untuk memproses semua *part*. Kualitas performansi dari hasil setiap alternatif dipengaruhi oleh jumlah komponen *void* dan jumlah *part* eksepsional. Semakin sedikit jumlah *void* dan *part* eksepsional maka nilai *Grouping Efficacy* (GE) semakin mendekati 1 yaitu semakin baik. Pada penelitian ini alternative terbaik adalah alternatif 3 yang memiliki nilai GE 0,432. Alternatif 3 adalah matriks yang terdiri dari 4 sel manufaktur dengan jumlah *void* 122 dan tidak adanya *part* eksepsional.

Hasil solusi metode BETROC juga dibandingkan dengan tata letak awal. Tata letak awal yang terdiri dari 1 sel manufaktur dengan jumlah *void* 147. Berdasarkan perhitungan GE didapat bahwa solusi BETROC lebih baik dengan nilai GE 0,432 sedangkan nilai GE tata letak awal yaitu 0,38. Maka dari hasil perbandingan nilai GE hasil dari metode BETROC lebih baik untuk tata letak PT NIKKATSU.

5.2 ANALISIS JUMLAH MESIN YANG DIBUTUHKAN

Penentuan jumlah mesin pada setiap selnya menghasilkan kebutuhan penambahan mesin. Penambahan mesin jumlah mesin dilakukan untuk mencapai kapasitas produksi yang maksimal dalam upaya pemenuhan permintaan konsumen. Jenis dan jumlah mesin yang harus ditambah dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jenis dan Jumlah Mesin yang harus ditambah

No. Mesin	Nama Mesin	Jumlah Mesin yang tersedia (unit)	Jumlah Mesin Yang dibutuhkan (unit)	Jumlah Penambahan Mesin (unit)
1	Meja Roll	2	4	2
2	Meja Kerja	2	3	1
3	Trans Testing Equipment	1	1	0
4	Mc. Test Meter	1	1	0
5	Mc. HV	1	1	0
6	Mc. Winding	15	16	1
7	Meja Bobin	1	1	0
8	Meja Potong	1	1	0
9	Meja Coil	2	4	2
10	Mc. Press Coil	2	2	0
11	Mc. Test Coil Meter	2	2	0
12	Mc. Layer Short	1	1	0
13	Mc. Boring	1	1	0
14	Mc. Leveller	2	4	2
15	Mc. NB 500	1	1	0
Jumlah Total Penambahan Mesin (unit)				8

6. KESIMPULAN

Metode BETROC dapat menyelesaikan permasalahan tata letak fasilitas dengan mengelompokkan mesin-mesin kedalam sel dan *part-part* kedalam *part family* lebih baik dari metode pengelompokkan lain (Babu A.S., et. Al, 2000). Berdasarkan pengolahan data yang

Pembentukan Sel-Sel Manufaktur Dengan Menggunakan Metode BETROC DI PT. NIKKASTSU ELECTRIC WORKS

dilakukan diusulkan 4 alternatif untuk melakukan pemecahan masalah perusahaan. Solusi yang lebih baik menurut perhitungan ukuran performasi dengan menggunakan *Grouping Efficacy* (GE). Hasil dari perhitungan GE untuk alternatif 1, 2, 3 dan 4 masing-masing adalah 0,394; 0,408; 0,433 dan 0,403. Berdasarkan hasil GE alternatif 2 yang memiliki nilai GE paling besar maka alternatif 3 menjadi solusi yang diusulkan untuk PT NIKKASTSU. Alternatif 3 adalah matriks *part*-mesin yang terdiri dari 4 formasi blok.

Solusi yang dihasilkan metode BETROC dibandingkan dengan tata letak awal pada PT NIKKASTSU diukur menggunakan *Grouping Efficacy*. Hasil perbandingan GE menunjukkan solusi yang diusulkan lebih baik daripada tata letak awal. Nilai GE metode BETROC lebih besar dipengaruhi oleh penyusunan mesin dan *part* sehingga jumlah komponen kosongan atau *void* dan *part* eksepsional yang minimum. Dari hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa *GT layout* lebih baik daripada *process layout* yang diterapkan perusahaan ini.

REFERENSI

Apple, James M., 1977, *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, ed. 3, ITB, Bandung.

Babu, A.S, Nandukar, K.N., dan Thomas, A., 2000, 'Development of Virtual Cellular Manufacturing System for SMEs', *MCB University Press*, Vol 13, No. 4, Page 228-224.

Kusiak. A., 1990, *Intelligent Manufacturing System*, Prentice-Hall. New Jersey.

Singh, N., dan Rajamani, D., 1996, *Cellular Manufacturing System*, Chapman & Hall, London.