

RANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DALAM UPAYA PENINGKATAN UTILITAS PADA PT. MEKAR KARYA MAS

Hardianta Tarigan, Ukurta Tarigan
Program Pasca Sarjana Teknik Industri
Universitas Sumatera Utara

ABSTRAK

Pemindahan bahan adalah salah satu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan proses produksi dan memiliki kaitan erat dengan perancangan tata letak fasilitas produksi. PT. Mekar Karya Mas adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan *sparepart* mesin dan perakitan mesin yang digunakan pada pabrik kelapa sawit. Hasil interview dengan pihak perusahaan, yaitu workshop manager mengenai rendahnya utilitas pada lantai produksi terkait dengan penyelesaian produk sesuai dengan target yang telah ditentukan. Studi pendahuluan yang dilakukan pada lantai produksi, menunjukkan kondisi *layout* fasilitas produksi di perusahaan ini mengalami kendala dalam hal pemindahan bahan baku (*material handling*).

Dalam upaya meningkatkan utilitas tata letak fasilitas pada lantai produksi maka dilakukan penataan kembali tata letak dengan menerapkan teknologi kelompok. Untuk meningkatkan tingkat kedekatan antara seluruh kegiatan di perusahaan tersebut dilakukan penataan ulang fasilitas pabrik dengan metode BLOCPLAN.

Metode yang digunakan dalam tata letak teknologi kelompok adalah *Rank Order Clustering* (ROC) dan *Similarity Coefficient* (SC). Dari hasil perhitungan metode SC merupakan rancangan *layout* yang terbaik dengan penurunan momen perpindahan bahan sebesar 56,86%. Untuk fasilitas pabrik dengan algoritma BLOCPLAN diketahui nilai kedekatan antar fasilitas pabrik sebesar 0,53. Tata letak usulan ini memberikan momen perpindahan semakin kecil sehingga dapat mempersingkat waktu proses pengerjaan seluruh *part* sebesar 338 menit dan meningkatkan utilitas pada lantai produksi.

Kata kunci: Tata letak pabrik, *group technology*, momen perpindahan, *Rank Order Clustering*, *Similarity Coefficient*, BLOCPLAN, utilitas

1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan, khususnya yang bergerak dalam industri manufaktur saat ini dituntut untuk dapat melakukan penyesuaian-penyesuaian yang ada untuk menjaga kelangsungan hidup perusahaan dan mampu bersaing dengan perusahaan lainnya. Dalam menghadapi persaingan, perusahaan harus memperhatikan faktor-faktor kegiatan produksi, yaitu kualitas produk, biaya produksi dan waktu pengiriman produk. Salah satu faktor yang mempengaruhi faktor biaya produksi adalah tata letak. Pengaturan tata letak merupakan pengaturan dasar pada suatu perusahaan dalam menjalankan kegiatan produksi. Pengaturan yang baik akan mengoptimalkan hubungan antara operator, mesin, peralatan, aliran bahan dan aliran informasi.

Pemindahan bahan adalah salah satu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan proses produksi dan memiliki kaitan erat dengan perancangan tata letak fasilitas produksi. Kegiatan pemindahan bahan pada industri tertentu dapat mencapai 50% hingga 70% dari biaya produksi.

Aktivitas ini sendiri sebenarnya merupakan aktivitas yang diklasifikasikan “non produktif” sebab tidak memberikan nilai tambah terhadap bahan atau material yang dipindahkan. Disini tidak terjadi perubahan bentuk, dimensi maupun sifat-sifat fisik atau kimiawi dari material yang dipindahkan. Di sisi lain justru kegiatan pemindahan material tersebut akan menambah biaya. Maka sedapatnya aktivitas pemindahan material dapat ditekan seminimal mungkin. Hal ini penting karena pemindahan material juga dapat disebut sebagai fungsi dari perpindahan material yang benar pada tempat yang benar, pada waktu yang benar, dalam jumlah yang benar, dalam suatu urutan dan pada posisi maupun kondisi yang benar untuk meminimisasi biaya produksi.

1.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang akan dicari pemecahannya dalam penelitian ini adalah inefisiensi jam kerja yang masih tinggi pada departemen produksi sehingga tidak memenuhi target yang telah ditetapkan untuk beberapa *part* yang diproduksi. Ini mengindikasikan kegiatan kerja masih belum efektif dalam memberikan *output* kepada perusahaan, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui penyebab terjadinya *inefisiensi* pada rantai produksi agar dapat dilakukan tindakan perbaikan dalam rangka mencapai utilitas pabrik.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan rancangan ulang *layout* yang lebih efektif sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dan dapat meningkatkan utilitas produksi agar target waktu produksi yang ditetapkan dapat dicapai.

Sasaran yang perlu dicapai untuk mendapatkan hasil rancangan perbaikan untuk peningkatan utilitas pabrik sebagai berikut:

1. Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi utilitas pada departemen produksi PT. MKM.
2. Rancangan perbaikan yang dapat digunakan PT. MKM dalam meningkatkan utilitas.

1.3. Pembatasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu luas dan tanpa mengurangi tujuan yang hendak dicapai, maka dibuat batasan penelitian, sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada departemen produksi dengan pemilihan jarak perpindahan bahan yang paling minimal.
2. Rancangan hanya membahas tahap perencanaan, analisis dan perancangan.
3. Rancangan yang diusulkan adalah rancangan konseptual.

1.4. Asumsi Penelitian

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada perubahan urutan operasi yang mempengaruhi proses produksi.
2. Tidak ada penambahan maupun pengurangan jumlah mesin, peralatan, tenaga kerja, bahan baku maupun jenis produk yang dihasilkan selama penelitian.
3. Kondisi manajemen perusahaan tidak berubah selama penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Sritomo (2003), tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facility layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan coba memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya.

Menurut Apple (1990), Rekayasawan rancang fasilitas menganalisis, membentuk konsep, merancang, dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini umumnya digambarkan sebagai rencana lantai, yaitu suatu susunan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan, dan sarana lain) untuk mengoptimumkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara efisien, ekonomis, dan aman.

2.1. Pengertian Teknologi Kelompok

Menurut Groover (1989), pendekatan teknologi kelompok pertama kali diperkenalkan oleh Burbidge tahun 1971 dan Mitrofanov tahun 1966. Mitrofanov menguraikan teknologi kelompok sebagai berikut:

“Teknologi kelompok adalah kenyataan yang menunjukkan bahwa banyak masalah saling mempunyai kemiripan dan dengan mengelompokkan masalah-masalah yang mirip, sebuah pemecahan dapat ditemukan untuk satu set permasalahan, sehingga menghemat waktu dan upaya.”

Menurut Kusiak, teknologi kelompok merupakan filosofi atau konsep dalam industri manufaktur yang mengidentifikasi serta mencari kesamaan komponen-komponen yang diproduksi dalam proses operasi (proses manufaktur) maupun dalam desainnya. Dalam industri manufaktur dengan tipe *batch* untuk *multi product, small lot sized production*, masing-masing part secara konvensional diperlakukan secara khusus dari perancangan sampai pabrikan. Dengan adanya usaha untuk mengelompokkan komponen tersebut ke dalam famili, akan diperoleh berbagai

manfaat berupa pengurangan ongkos produksi dalam kegiatan antara lain: rasionalisasi desain, pengurangan persediaan dan pembelian material, penyederhanaan dan pengembangan perencanaan dan pengendalian produksi, pengurangan alat bantu dan waktu *set-up*, pembentukan *semi flow line production*, melalui pengelompokan mesin, pengurangan persediaan barang setengah jadi, pengurangan waktu total, dan lain-lain.

Menurut A. Kusiak (1990: 206-207), pendekatan teknologi kelompok dalam bidang manufaktur mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Mengurangi *lead time* produksi (20% sampai dengan 88%).
- b. Mengurangi *work in process* (sampai dengan 88%).
- c. Mengurangi pekerja langsung (15% sampai dengan 25%).
- d. Mengurangi peralatan (20% sampai dengan 30%).
- e. Mengurangi pekerjaan ulang dan *scrap* (15% sampai dengan 75%).
- f. Mengurangi waktu *set-up* (20% sampai dengan 60%).
- g. Mengurangi waktu pengiriman order (13% sampai dengan 136%).
- h. Memperbaiki hubungan antar manusia.
- i. Mengurangi *paper work*.

2.2. Algoritma Rank Order Clustering (ROC)

Algoritma pengelompokan berdasarkan ranking atau *Rank Order Clustering* (ROC) menetapkan nilai pasangan (biner) untuk setiap baris dan kolom, menyusun ulang baris dan kolom berdasarkan urutan nilai binernya dan kemudian tentukan kelompok.

Adapun langkah-langkah pengerjaan dengan menggunakan *rank order clustering* (ROC) untuk mendapatkan pengelompokan komponen adalah sebagai berikut:

1. Untuk masing-masing baris dari matriks insiden mesin-komponen diberikan bobot biner dan dihitung ekuivalen desimal (bobot). Misalnya, nilai keterkaitan komponen-mesin untuk baris 1 adalah 0 1 1 0 0 0, maka nilai ekuivalen desimalnya adalah:

$$0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 24$$

2. Diurutkan nilai ekuivalen baris dari urutan terbesar hingga terkecil (*decreasing order*).
3. Matriks ditransformasikan dengan mengganti baris dan kolom.
4. Diurutkan nilai ekuivalen kolom dari urutan terbesar hingga terkecil (*decreasing order*).
5. Perhatikan apakah ranking atau urutan nilai ekuivalen baris dan kolom berbeda. Jika ya, lanjutkan ke langkah 6. Jika tidak, perhitungan berhenti.

6. Ulangi langkah 1 sampai dengan 4 sampai urutan atau ranking masing-masing elemen dalam baris dan kolom tidak berbeda.

Contoh:

Asumsikan matriks komponen-mesin seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Matriks Keterkaitan Mesin-Komponen

Mesin	Part				
	1	2	3	4	5
A	0	1	0	1	1
B	1	0	1	0	0
C	0	1	0	1	0
D	1	0	1	0	0

Langkah 1 : Hitung nilai desimal ekuivalen berdasarkan sistem biner seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pembobotan Sistem Biner

Mesin	Part				
	1	2	3	4	5
	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
A	0	1	0	1	1
B	1	0	1	0	0
C	0	1	0	1	0
D	1	0	1	0	0

Baris I (Mesin A) = $0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 11$

Baris II (Mesin B) = $1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 20$

Baris III (Mesin C) = $0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 10$

Baris IV (Mesin D) = $1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 20$

Urutkan nilai di atas mulai dari yang terbesar hingga terkecil, seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Ranking Nilai Desimal pada Mesin

Mesin	Part					DE	Ranking
	1	2	3	4	5		
	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		
A	0	1	0	1	1	11	3
B	1	0	1	0	0	20	1
C	0	1	0	1	0	10	4
D	1	0	1	0	0	20	2

Langkah 2 : Urutkan nilai desimal baris tersebut dari yang terbesar hingga terkecil seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Urutan Nilai Desimal pada Mesin

Mesin	Part					DE	Ranking
	1	2	3	4	5		
	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		
B	1	0	1	0	0	20	1
D	1	0	1	0	0	20	2
A	0	1	0	1	1	11	3
C	0	1	0	1	0	10	4

Langkah 3 : Untuk *part*, seperti langkah 1 dan 2. Dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Ranking Nilai Desimal pada *Part*

Mesin		<i>Part</i>				
		1	2	3	4	5
B	2^3	1	0	1	0	0
D	2^2	1	0	1	0	0
A	2^1	0	1	0	1	1
C	2^0	0	1	0	1	0
DE		12	3	12	3	2
Ranking		1	3	2	4	5

Langkah 4 : Untuk *part* akhir langkah 1 dan 2. Dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Urutan Nilai Desimal Iterasi Terakhir

Mesin	<i>Part</i>				
	1	3	2	4	5
B	1	1	0	0	0
D	1	1	0	0	0
A	0	0	1	1	1
C	0	0	1	1	0

Karena urutan dari baris dan kolom sudah sesuai dari yang terbesar hingga terkecil, maka perhitungan dihentikan dan akan terbentuk beberapa kelompok. Dari tabel 6. didapatkan bahwa terdapat dua kelompok yaitu:

Kelompok 1:

MC-1 (sel mesin-1): Mesin B, Mesin D.

PF-1 (*part family-1*): *Part 1, Part 3.*

Kelompok 2:

MC-2 (sel mesin-2): Mesin A, Mesin C.

PF-2 (*part family-2*): *Part 2, Part 4, dan Part 5.*

2.3. Algoritma *Similarity Coefficient* (SC)

Algoritma persamaan koefisien atau *Similarity Coefficient* (SC) diperoleh dari taksonomi numerik dan usaha untuk mengukur persamaan koefisien (SC) antara pasangan ataupun bagian mesin-mesin. Kebanyakan algoritma SC menggunakan persamaan Jaccard (Sneath dan Sokal, 1973). Untuk pasangan mesin, koefisien Jaccard dapat digambarkan sebagai jumlah dari jenis bagian yang dikunjungi oleh kedua mesin yang terbagi atas sejumlah jenis bagian yang dikunjungi oleh sedikitnya satu mesin.

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n a_{ki} a_{kj}}{\sum_{k=1}^n (a_{ki} + a_{kj} - a_{ki} a_{kj})}$$

1. Tempatkan setiap mesin di sel nya sendiri dan tentukan nilai SC dengan menggunakan persamaan S_{ij} .
2. Tentukan nilai baru SC untuk pasangan mesin. Ulangi prosedur ini hingga mendapat nilai SC dan sel pasangan mesin.
3. Gambarkan dendogram.

Contoh:

Dengan mempertimbangkan matriks pada tabel 7. Identifikasikan kelompok mesin-komponen terkait dengan menggunakan algoritma SC.

Tabel 7. Matrik Keterkaitan Mesin-Komponen

Part	Mesin						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1	1			1		1	
P2		1	1		1		
P3				1		1	
P4		1	1				
P5			1				1
P6		1			1		1

Langkah 1 : Tempatkan setiap mesin di sel nya sendiri dan tentukan nilai SC dengan menggunakan persamaan S_{ij} yang ditunjukkan pada tabel 8. Gunakan nilai ambang 0,67 dan 1. Kombinasi mesin (2,5) dan (4,6) kedalam dua sel terpisah.

Tabel 8. Nilai SC Pasangan Mesin

Pasangan Mesin	Nilai SC	Kombinasi ke dalam sel
{1,2}	$0/4 = 0$	Tidak
{1,3}	$0/4 = 0$	Tidak
{1,4}	$1/2$	Tidak
{1,5}	$0/3 = 0$	Tidak
{1,6}	$1/2$	Tidak
{1,7}	$0/3 = 0$	Tidak
{2,3}	$1/2$	Tidak
{2,4}	$0/5 = 0$	Tidak
{2,5}	$2/3$	Ya
{2,6}	$0/5 = 0$	Tidak
{2,7}	$1/4$	Tidak
{3,4}	$0/5 = 0$	Tidak
{3,5}	$1/4$	Tidak
{3,6}	$0/5 = 0$	Tidak
{3,7}	$1/4$	Tidak
{4,5}	$0/4 = 0$	Tidak
{4,6}	$2/2 = 1$	Ya
{4,7}	$0/4 = 0$	Tidak
{5,6}	$0/4 = 0$	Tidak
{5,7}	$1/3$	Tidak
{6,7}	$0/4 = 0$	Tidak

Langkah 2 : Tentukan nilai baru SC untuk pasangan mesin yang ditunjukkan pada tabel 9. Gunakan nilai ambang 0,5. Kombinasi mesin 1,4,6 dan 2,3,5 masing-masing dikombinasikan di dalam 2 sel.

Tabel 9. Nilai SC Iterasi 2

Pasangan Mesin	Nilai SC	Kombinasi ke dalam sel
{1,(2,5)}	0	Tidak
{1,(4,6)}	$1/2$	Ya
{1,3}	0	Tidak
{1,7}	0	Tidak
{(2,5),(4,6)}	0	Tidak
{(2,5),3}	$1/2$	Ya
{(2,5),7}	$1/3$	Tidak
{(4,6),3}	0	Tidak
{(4,6),7}	0	Tidak
{3,7}	$1/4$	Tidak

Ulangi prosedur ini dengan nilai ambang 0,33, kita akan mendapat nilai SC dan sel pasangan mesin ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Nilai SC Iterasi 3

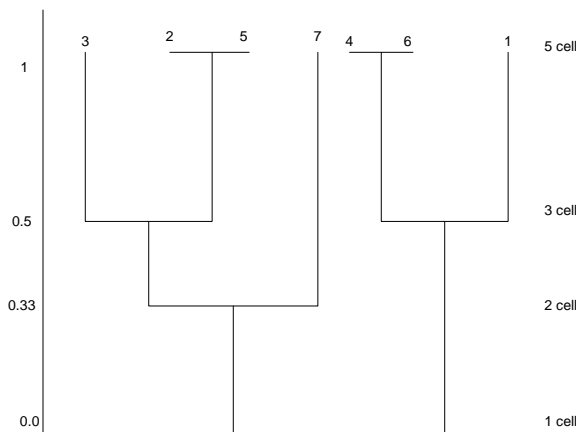
Pasangan Mesin	Nilai SC	Kombinasi ke dalam sel
{(1,4,6),(2,3,5)}	0	Tidak
{(1,4,6),7)}	0	Tidak
{(2,3,5),7)}	1/3	Ya

Ulangi prosedur dengan nilai ambang 0,01 yang ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Nilai SC Iterasi Akhir

Pasangan Mesin	Nilai SC	Kombinasi ke dalam sel
{(1,4,6),(2,3,5,7)}	0	Tidak

Langkah 3 : Gambarkan dendrogram seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Dendrogram untuk Contoh Perhitungan Algoritma *Similarity Coefficient*

2.4. Algoritma BLOCPLAN

BLOCPLAN merupakan sistem perancangan tata letak fasilitas yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada Departemen Teknik Industri, Universitas Houston. Program ini membuat dan mengevaluasi tipe-tipe tata letak dalam merespon data masukan. BLOCPLAN mempunyai kemiripan dengan *Craft* dalam penyusunan departemen. Perbedaan antara BLOCPLAN dan *Craft* adalah bahwa BLOCPLAN dapat menggunakan keterkaitan sebagai input data, sedangkan *Craft* hanya menggunakan peta dari-ke (*from-to-chart*). Biaya tata letak dapat diukur baik berdasarkan ukuran jarak maupun dengan kedekatan. Jumlah baris di dalam BLOCPLAN ditentukan oleh program dan biasanya dua atau tiga baris. Sama halnya dengan *Craft*, BLOCPLAN juga mempunyai kelemahan yaitu tidak akan menangkap *layout* secara akurat. Pengembangan tata letak hanya dapat dicari dengan melakukan perubahan atau pertukaran letak departemen satu dengan yang lainnya. Selain peta keterkaitan BLOCPLAN, kadang-kadang juga menggunakan input data lain yaitu peta *from-to-chart*, hanya saja kedua input tersebut hanya digunakan salah satu saja saat melakukan evaluasi tata letak.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan bersifat tindakan (*Action Research*), sebab bertujuan untuk mendapatkan tata letak yang lebih baik. Bila ditinjau dari tingkat eksplanasi, penelitian ini

termasuk dalam jenis penelitian deskriptif karena penelitian ini memaparkan setiap variabel yang mempengaruhi masalah yang ada sekarang secara sistematis dan aktual berdasarkan data yang ada.

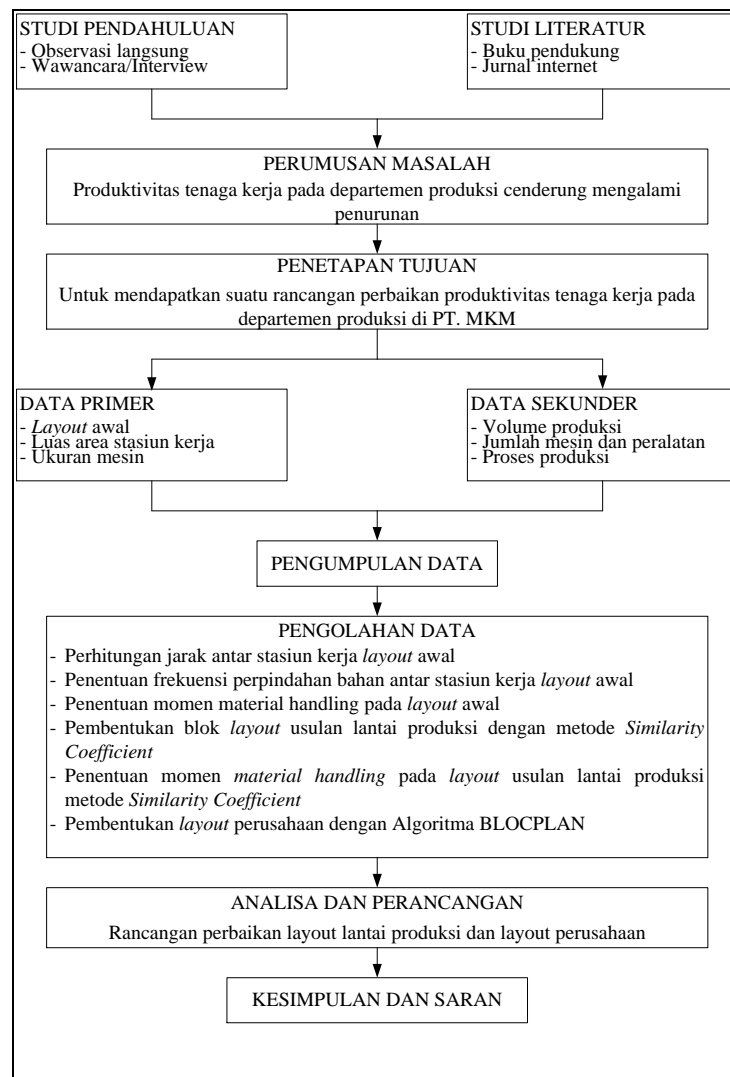
3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dari melihat gejala yang ada, kemudian dirumuskan permasalahan dan tujuan dari penelitian ini. Hasil akhir dari penelitian ini adalah rancangan tata letak (*layout*) berdasarkan momen perpindahan yang minimum. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

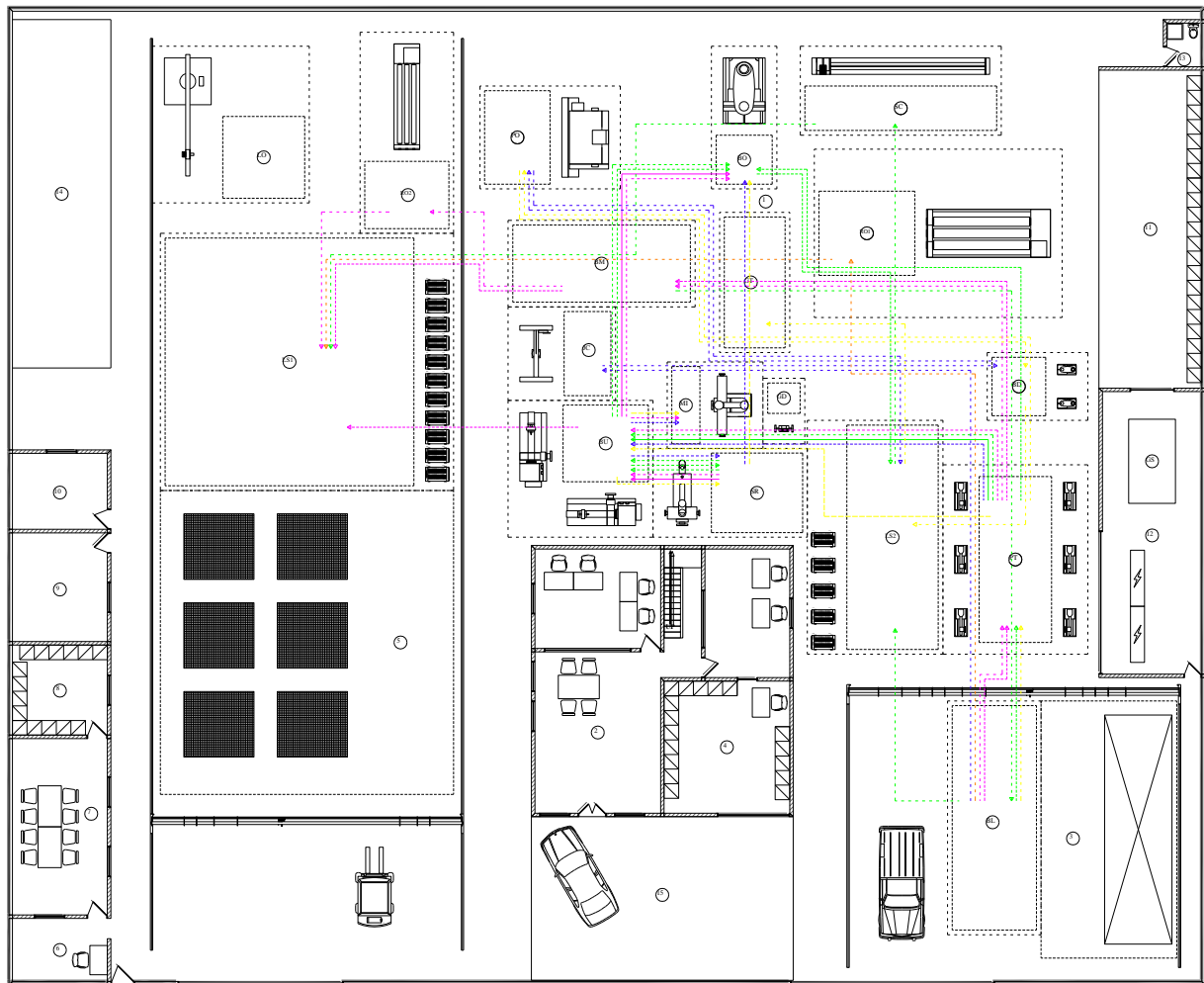
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di PT. MKM, pada departemen produksi yang membuat 17 item produk yaitu *cages*, *cages chasis*, *cages shaft*, *bushing house for cages*, *Wheel for cages*, *shell plate for sterilizer*, *screw for conveyor*, *hanger beraring holder*, *hanger bearing*, *shaft joint for screw conveyor*, *screw conveyor end shaft*, *bucket for bucket elevator*, *drive shaft for bucket elevator*, *drive sprocket for bucket elevator*, *scrapper for conveyor*, *drive shaft for scrapper conveyor*, dan *drive sprocket for scrapper conveyor*. Gambar tata letak PT. MKM saat ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 2. Flow Chart Tahapan Penelitian



Gambar 3. *Layout Awal PT. MKM*

Data komponen yang dibuat dapat dilihat pada tabel 12, sedangkan data nama mesin yang digunakan dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 12. Data Nama Komponen

No.	Part	Kode Part
1.	<i>Cages</i>	LR1
2.	<i>Cages Chassis</i>	LR2
3.	<i>Cages Shaft</i>	LR3
4.	<i>Bushing House for Cages</i>	LR4
5.	<i>Wheel for Cages</i>	LR5
6.	<i>Shell Plate for Sterilizer (3,8 meter)</i>	ST1
7.	<i>Screw for Conveyor (2 meter)</i>	SC1
8.	<i>Hanger Bearing Holder</i>	SC2
9.	<i>Hanger Bearing</i>	SC3
10.	<i>Shaft Joint for Screw Conveyor</i>	SC4
11.	<i>Screw Conveyor End Shaft</i>	SC5
12.	<i>Bucket for Bucket Elevator</i>	BE1
13.	<i>Drive Shaft for Bucket Elevator</i>	BE2

Tabel 12. Data Nama Komponen

No.	Part	Kode Part
14.	<i>Drive Sprocket for Bucket Elevator</i>	BE3
15.	<i>Scraper for Conveyor</i>	CC1
16.	<i>Drive Shaft for Scraper Conveyor</i>	CC2
17.	<i>Drive Sprocket for Scraper Conveyor</i>	CC3

Tabel 13. Data Nama Mesin

No.	Jenis Mesin	Kode Mesin	Jumlah Mesin	Ukuran Mesin (pxl) (meter)
1.	<i>Gas Cutting Machine</i>	BL	1	0,25 x 0,75
2.	Mesin Potong otomatis (<i>Automatic Shearing Machine</i>)	PO	1	3,4 x 2,0
3.	Mesin Gerinda Potong	PT1	4	0,55 x 1,2
4.	Mesin Gergaji Potong	PT2	2	0,55 x 1,2
5.	<i>Rolling Machine</i> \geq 18 mm	RO1	1	5,3 x 2,05
6.	<i>Rolling Machine</i> 10 mm	RO2	1	4,52 x 1,1
7.	<i>Boring and Tapping Machine</i>	BO	1	1,8 x 2,8
8.	<i>Bench Drilling Machine</i>	BD	2	0,45 x 0,8
9.	<i>Magnetic Drill Machine</i>	BM	10	0,22 x 0,46
10.	Mesin bantu membuat <i>Screw Conveyor</i>	SC	1	7,6 x 0,7
11.	<i>Jack Pressure Machine</i>	JC	1	2,4 x 1,4
12.	Gerinda Tangan	GT	6	0,25 x 0,15
13.	Gerinda Duduk	GD	1	0,79 x 0,3
14.	Mesin Bubut (<i>Lathe Machine</i>)	BU	2	3,2 x 1,38
15.	Mesin Scrap	SR	1	2,8 x 1,5
16.	Mesin Milling	MI	1	2,7 x 1,7
17.	Las otomatis	LO	1	5,2 x 2
18.	Trafo Las	LS	15	0,6 x 1,0

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Pembentukan Matriks Awal Mesin Komponen

Pembentukan matriks awal diawali dengan melakukan penomoran mesin dan komponen terlebih dahulu, hal ini dilakukan untuk mempermudah pembuatan matriks awal. Penomoran mesin dan komponen dapat dilihat pada tabel 14. Matriks awal berisikan hubungan mesin dan komponen yang dikerjakan oleh mesin tersebut. Matriks awal tersebut berisikan nilai 1 dan 0, nilai 1 berarti mesin m digunakan untuk memproses komponen n, sedangkan nilai 0 berarti mesin m tidak digunakan untuk memproses komponen n. Matriks awal mesin dan komponen dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 14. Penomoran Mesin dan Komponen

Part	Kode Part	Jenis Mesin	Kode Mesin
<i>Cages</i>	LR1	<i>Gas Cutting Machine</i>	BL
<i>Cages Chassis</i>	LR2	Mesin Potong otomatis (<i>Automatic Shearing Machine</i>)	PO
<i>Cages Shaft</i>	LR3	Mesin Gerinda Potong	PT1
<i>Bushing House for Cages</i>	LR4	Mesin Gergaji Potong	PT2
<i>Wheel for Cages</i>	LR5	<i>Rolling Machine</i> \geq 18 mm	RO1
<i>Shell Plate for Sterilizer</i> (3,8 meter)	ST1	<i>Rolling Machine</i> 10 mm	RO2
<i>Screw for Conveyor</i> (2 meter)	SC1	<i>Boring and Tapping Machine</i>	BO

<i>Hanger Bearing Holder</i>	SC2	<i>Bench Drilling Machine</i>	BD
<i>Hanger Bearing</i>	SC3	<i>Magnetic Drill Machine</i>	BM
<i>Shaft Joint for Screw Conveyor</i>	SC4	Mesin bantu membuat <i>Screw Conveyor</i>	SC
<i>Screw Conveyor End Shaft</i>	SC5	<i>Jack Pressure Machine</i>	JC
<i>Bucket for Bucket Elevator</i>	BE1	Gerinda Tangan	GT
<i>Drive Shaft for Bucket Elevator</i>	BE2	Gerinda Duduk	GD
<i>Drive Sprocket for Bucket Elevator</i>	BE3	Mesin Bubut (<i>Lathe Machine</i>)	BU
<i>Scraper for Conveyor</i>	CC1	Mesin <i>Scrap</i>	SR
<i>Drive Shaft for Scraper Conveyor</i>	CC2	Mesin <i>Milling</i>	MI
<i>Drive Sprocket for Scraper Conveyor</i>	CC3	Las otomatis	LO
		Trafo Las	LS

4.2.2. Pembentukan Model Teknologi Kelompok dengan Metode Rank Order Clustering (ROC)

Langkah-langkah pembentukan model menggunakan metode *rank order clustering* adalah sebagai berikut:

1. Untuk masing-masing baris dari matriks insiden mesin-komponen diberikan bobot biner dan dihitung ekuivalen desimal (bobot). Misalnya, nilai keterkaitan komponen-mesin untuk baris 1 adalah 0 1 1 0 0 0, maka nilai ekuivalen desimalnya adalah:

$$0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 24$$

2. Diurutkan nilai ekuivalen baris dari urutan terbesar hingga terkecil (*decreasing order*).
3. Matriks ditransformasikan dengan mengganti baris dan kolom.
4. Diurutkan nilai ekuivalen kolom dari urutan terbesar hingga terkecil (*decreasing order*).
5. Perhatikan apakah ranking atau urutan nilai ekuivalen baris dan kolom berbeda. Jika ya, lanjutkan ke langkah 6. Jika tidak, perhitungan berhenti.
6. Ulangi langkah 1 sampai dengan 4 sampai urutan atau ranking masing-masing elemen dalam baris dan kolom tidak berbeda.

Dari kasus ini, didapat matriks akhir setelah dilakukan 3 kali proses pengurutan baris dan 3 kali dan 3 kali proses pengurutan kolom. Matriks akhir dapat dilihat pada gambar 5.

Mesin	Part																
	LR1	LR2	LR3	LR4	LR5	ST1	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	BE1	BE2	BE3	CC1	CC2	CC3
PO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
PT1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PT2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
BL	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
BD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
BM	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
LS	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
LO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
GD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BU	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
SR	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
MI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Gambar 4. Matriks Awal Mesin Komponen

Mesin	Part																
	LR1	SC1	LR2	SC2	CC1	BE1	ST1	SC5	SC4	LR4	LR5	SC3	BE3	CC3	LR3	BE2	CC2
BL1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LS1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT11	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LS2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BD2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GT2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JC2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BO3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
EU3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PT23	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
MI3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
SR3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0

Gambar 5. Matriks Akhir Metode ROC

4.2.3. Pembentukan Model Teknologi Kelompok dengan Metode *Similarity Coefficient* (SC)

Langkah-langkah pembentukan model menggunakan metode *rank order clustering* adalah sebagai berikut:

1. Tempatkan setiap mesin di sel nya sendiri dan tentukan nilai SC dengan menggunakan persamaan S_{ij} .
2. Tentukan nilai baru SC untuk pasangan mesin. Ulangi prosedur ini hingga mendapat nilai SC dan sel pasangan mesin.

Dari kasus ini, didapat matriks akhir setelah dilakukan 8 kali proses pasangan mesin berdasarkan koefisien similaritasnya. Matriks akhir dapat dilihat pada gambar 6.

4.2.4. Perhitungan *Performance Measure*

Perhitungan *performance measure* digunakan untuk memilih alternatif pengelompokkan sel manufaktur terbaik dari kedua metode. *Performance measure* dari metode ROC dan SC ditunjukkan pada tabel 15.

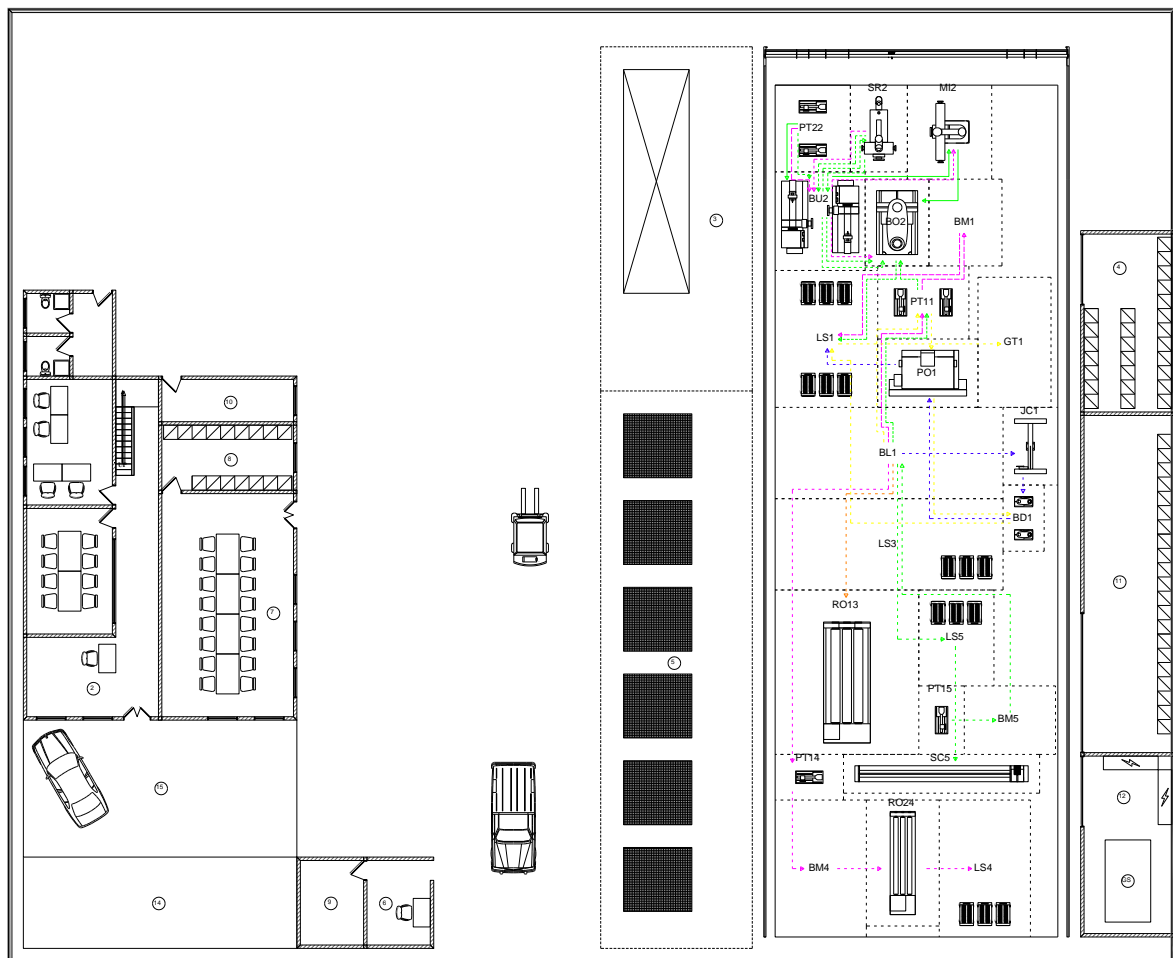
Tabel 15. Perbandingan *Performance Measure* Metode ROC dan Metode SC

	Metode ROC	Metode SC
<i>Group Efficiency</i>	0,801	0,814
<i>Group Efficacy</i>	0,596	0,615
<i>Group Measure</i>	0,557	0,416

Dari hasil perhitungan metode SC memiliki nilai *performance measure* yang lebih tinggi. Oleh karena itu, metode SC adalah rancangan *layout* yang digunakan untuk *layout* usulan. *Layout* usulan dapat dilihat pada gambar 7.

Mesin	Part																
	LR2	SC2	BE1	CC1	LR3	LR4	LR5	SC3	SC4	SC5	BE2	BE3	CC2	CC3	ST1	LR1	SC1
PO1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BD1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GT1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JC1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BL1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
LS1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT11	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT22	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
MI2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
BO2	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
BU2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
SR2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
LS3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
RO13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
LS4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
PT14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
BM4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
RO24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
LS5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PT15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BM5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SC5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Gambar 6. Matriks Akhir Metode SC



Gambar 7. Layout Usulan PT. MKM

4.3. Pembahasan

4.3.1. Perhitungan jarak dan Momen *Material Handling* Sebelum dan Sesudah Perancangan

Berdasarkan jarak antar mesin dan frekuensi *material handling*, dapat ditentukan total jarak yang ditempuh selama kegiatan proses produksi. Tabel hasil perhitungan total jarak dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Total Momen *Material Handling* pada *Layout* Awalan Rancangan

Produk	Momen <i>Material Handling</i>		
	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> ROC	<i>Layout</i> SC
LR1	31.287,64	10.554,71	13.921,35
LR2	16.533	8.065,8	4.658,4
LR3	5.572,8	1.254,6	2.514,6
LR4	2.637	1.648,8	821,7
LR5	1.325,25	481,05	452,7

Tabel 16. Total Momen *Material Handling* pada *Layout* Awalan Rancangan

Produk	Momen <i>Material Handling</i>		
	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> ROC	<i>Layout</i> SC
ST1	3.833,6	1.299,2	1.209,6
SC1	9.531,9	10.621,8	8.505
SC2	3.057,45	3.437,4	1.606,5
SC3	500,65	181,73	171,02
SC4	2.269,5	522,75	398,82
SC5	1.068	272,88	485,76
BE1	16.283,3	9.143,8	6.726,85
BE2	743,04	167,28	335,28
BE3	1.155,84	346,08	554,4
CC1	22.017,6	12.852	8.409,6
CC2	557,28	125,46	251,46
CC3	866,88	259,56	415,8
Total	119.240,73	61.234,9	51.438,84

4.3.2. Perbandingan Lama Waktu Produksi

Lama waktu produksi dari *layout* awal dan *layout* usulan untuk masing-masing produk yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Perbandingan Lama Waktu Produksi *Layout* Awal dengan *Layout* Usulan

Produk	Waktu Produksi (menit)		
	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> ROC	<i>Layout</i> SC
LR1	1.729,5	1.688	1.688,5
LR2	255,5	206	208
LR3	87,5	68	71
LR4	59,5	47,5	37
LR5	34	23	21
ST1	273	217	217
SC1	104	107	105
SC2	33,5	41	29
SC3	30,5	20	18,5
SC4	90	58	56
SC5	110	80,5	85
BE1	39,5	30	29
BE2	87	68	70
BE3	25,5	19	20
CC1	40,5	34	29

Produk	WaktuProduksi (menit)		
	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> ROC	<i>Layout</i> SC
CC2	87	68	70
CC3	25,5	19	20
Total	3.112	2.794	2.774

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan pada PT. Mekar Karya Mas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada *layout* rantai produksi yang digunakan saat ini, total momen *material handling* adalah 119.240,73 meter perpindahan per tahun.
2. Dari hasil analisis rancangan dengan metode *Similarity Coefficient* (SC), maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut merupakan rancangan tata letak yang lebih baik untuk dapat diterapkan pada PT. Mekar Karya Mas.
3. Pada rancangan *layout* usulan yang lebih baik menggunakan metode SC dimana total *material handling* yang didapat lebih kecil yaitu sebesar 51.438,84 meter perpindahan per tahun. Dengan penerapan dari *layout* metode SC terhadap *layout* yang digunakan saat ini dapat mengurangi total momen *material handling* sebesar 67.801,89 meter perpindahan per tahun.
4. Besar penurunan momen perpindahan bahan *layout* usulan pada rantai produksi dengan metode SC mencapai 56,86%. dibandingkan dengan *layout* awal.
5. Rancangan *layout* menggunakan metode SC memberikan pengurangan total waktu proses untuk seluruh produk sebesar 338 menit.
6. Untuk fasilitas perusahaan hasil iterasi Algoritma BLOCPLAN menunjukkan *layout* terbaik ada pada iterasi ke 15 dengan nilai kedekatan antar fasilitas di perusahaan (*Adjency Score*) sebesar 0,5317.
7. Dari hasil analisis rancangan fasilitas perusahaan dengan Algoritma BLOCPLAN diketahui bahwa tingkat kedekatan *layout* usulan lebih baik dari kondisi awal dimana perbedaan *Adjency Score* mencapai 0,1666.

5.2. Saran

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

1. Penentuan lokasi setiap stasiun kerja hendaknya mempertimbangkan tingkat keterkaitan agar dapat mengurangi pemakaian waktu dan biaya. Sehingga penyelesaian produk dapat tepat waktu sesuai dengan kontrak kerja.
2. Rancangan usulan yang dihasilkan perlu disesuaikan kembali sebelum diterapkan dalam perusahaan. Misalnya dengan melakukan sosialisasi mengenai *group technology layout* kepada karyawan dan operator PT. Mekar Karya Mas.
3. Perancangan tata letak sebaiknya dapat memanfaatkan luasan dengan sebaik mungkin karena hal ini juga mempengaruhi produktivitas perusahaan.
4. Sebaiknya perusahaan menerapkan tata letak *group technology* metode SC untuk mencapai tujuan usaha secara efektif, ekonomis dan aman.

Daftar Pustaka

Amelia, (2007), *Aplikasi Metode Group Technology dalam Memperbaiki Tata Letak Mesin untuk Meminimalkan Jarak Perpindahan Bahan Studi Kasus di Perusahaan Mebel Logam*, Surabaya, Jurnal Teknik Mesin Vol. 9 No. 2 Oktober 2007.

- Apple, J. M., (1990), *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi Ketiga. Bandung, Penerbit: ITB.
- Ghosh, Tamal, Dan, P. K., *Effective Clustering Method For Group Technology Problems: A Short Communication*, India, e-Journal of Science and Technology (e-JST).
- Groover, Mikell P., (2001), *Automation, Production System and Computer Integrated Manufacturing*, Edisi Kedua, New Jersey, Prentice-Hall Inc.
- Hadiguna, Rika Ampuh, Setiawan, Heri, (2008), *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta, Penerbit: CV. Andi Offset.
- Nazlina, Tambunan, Mangara, M., (2011), *Teknologi Kelompok*, Yogyakarta, Penerbit: Graha Ilmu.
- Purnomo, Hari, (2004), *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Edisi Pertama, Yogyakarta, Penerbit: Graha Ilmu.
- Purwanggono, B., Sugiyono, A., (2006), *Pembentukan Sel-sel Mesin untuk Mendapatkan Pengurangan Jarak dan Biaya Material Handling dengan Metode Heuristik di PT. Bengkel Cokro Bersaudara*, J@TI Undip Vol. 2 No. 1, Mei 2006.
- Ridwan, Achmad. (2010), *Analisis Pengaruh Tata Letak Mesin-Mesin Produksi Terhadap Produktivitas Karyawan pada PT. Nusira Crumb Rubber Medan*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ristono, A., (2010), *Perancangan Fasilitas*, Yogyakarta, Edisi Pertama, Yogyakarta, Penerbit: Graha Ilmu.
- Sahroni, (2003), *Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode Algoritma CRAFT*, Optimum Vol. 4 No. 1, Februari – Agustus 2003.
- Saragih, Mega Helprita. (2012). *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Dengan Pendekatan Group Technology Berdasarkan Rank Order Clustering (ROC) Dan Algoritma BLOCPLAN Di PT. Apindowaja Ampuh Persada*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Saraswati, R., Azhar, A., Mudjahidin, Kunhadi, D., (2011), *Perancangan Group Technology Layout Di PT. DPS Surabaya dengan Metode Simulasi dan Taguchi*, Surabaya, Jurnal Teknik Industri Vol. 12 No. 2 Agustus 2011.
- Sinulingga, Sukaria, (2011), *Metode Penelitian*, Edisi Pertama, Medan: USU Press.
- Sutantra, Yulius, dan Natalia, Christine. (2010). *Perbaikan Tata Letak Pabrik Di CV. Merapi Berdasarkan Metode Computerized Relationship Layout Planning (Corelab)*. Metris, Vol. 11, No. 1, Maret 2010.
- Susetyo, J., Simanjuntak, R. A., Ramos, J. M., (2010), *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Pendekatan Group Technology dan Algoritma BLOCPLAN untuk Meminimisasi Ongkos Material Handling*, Yogyakarta, Jurnal Teknologi Vol. 3 No. 1 Juni 2010.
- Tarigan, Ukurta, (2002), *Algoritma Pengelompokan Mesin-Komponen Fleksibel Didasarkan pada Teknik Teknologi Kelompok*, Medan, USU digital library.
- Widianty, Yenny, (2009), *Analisa Rencana Perubahan Tata Letak Pabrik Ditinjau dari Estimasi Pengaruhnya Terhadap Produktivitas*, Perpustakaan Universitas Indonesia, UI.
- Wignjosobroto, Sritomo, (2003), *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Edisi Ketiga, Surabaya, Penerbit Guna Widya.