

Penggunaan Metode Algoritma *Craft* dan *Blocplan* untuk Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi pada Industri Sparepart Sepeda Motor

Leonardo, Hotma Antoni Hutahaeen

Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jalan Jendral Sudirman 51 Jakarta 12930
Email: l_eonard@ymail.com, hahutahaeen@yahoo.com

Received 2 March 2014; Accepted 1 May 2014

Abstract

Performance and productivity of production line system are very influenced by facility layout planning. Facilities composition which is appropriate with flow of materials between departments, certainly would sustain the continuity of the system. PT. X is one of the subsidiaries of PT. Astra Otoparts Tbk. which manufactures motorcycle chains. Composition of the current layout facilities on the 1st Plant has not fully optimized well and indeed has a potential possibility to be developed further in the future. This statement is supported from the result of existing MHPS which gives Rp 1,047,678.49 for total cost of material handling, 463.1 meters for total distance, and 1,617.24 minutes for total time of material movements. Also, the total area of empty spaces that can be utilized by the company in the current layout is only 89.74 m². As for the purposes of this research are: analyzing the performance of current layout, developing new layout designs to improve the current one, and comparing the current with proposed improvement layouts. The process of designing proposed layouts is done by using improvement-based algorithm (CRAFT) and hybrid/composite algorithm (BLOCPLAN) that both of the algorithms need same inputs, which are: current facility layout and the flow of material. Based from the results of MHPS calculation for both proposed layouts, show that layout from BLOCPLAN algorithm gives maximal reduction to the total cost of material handling so that the amounts will be decreased to Rp 1,022,419.91 (reducing 2.4% from total cost of current layout), 434.62 meters for total distance (reducing 6.2%), and 1,506.23 minutes for total time of material movements (reducing 6.86%). As for the total area of empty spaces, BLOCPLAN layout gives 110.74 m² (23.4%) to be minimized than the current layout.

Key Words: Facility Layout, Improvement Algorithm, Hybrid Algorithm

1. PENDAHULUAN

Material Handling merupakan sebuah fungsi daripada pergerakan material yang tepat ke tempat yang tepat, di waktu yang tepat, jumlah yang tepat, dan posisi yang tepat untuk meminimasi biaya. Menurut El-Baz (2004), “Sistem *material handling* memastikan bahwa pengiriman bahan baku agar sampai ke tempat tujuannya”.

Material handling selain untuk menunjang produksi juga sangat erat hubungannya dengan tata letak fasilitas. Sebuah perubahan yang terjadi pada *material handling* menyebabkan pada perubahan tata letak juga. Ketika berhadapan dengan masalah seputar sistem *material handling*, hal utama yang harus diperhatikan ialah menyusun fasilitas disepanjang jalur perpindahan. Dua permasalahan dalam perancangan sistem *material handling* ialah: menemukan tata letak fasilitas dan memilih alat pemindahan apa yang digunakan. Jenis *material handling* yang digunakan menentukan pola tata

letak lantai produksi nantinya (Devise & Pierreval, 2000). *Material handling* memungkinkan terjadinya aliran produksi, dimana *material handling* ini memberikan dinamisme bagi elemen statis seperti: material, produk, peralatan, tata letak, dan sumber daya manusia (Stock & Lambert, 2001). Diluar kelebihannya dalam memberikan dinamisme tersebut, *material handling* ini ternyata menyumbang proporsi yang cukup besar terhadap biaya yang harus dikeluarkan perusahaan.

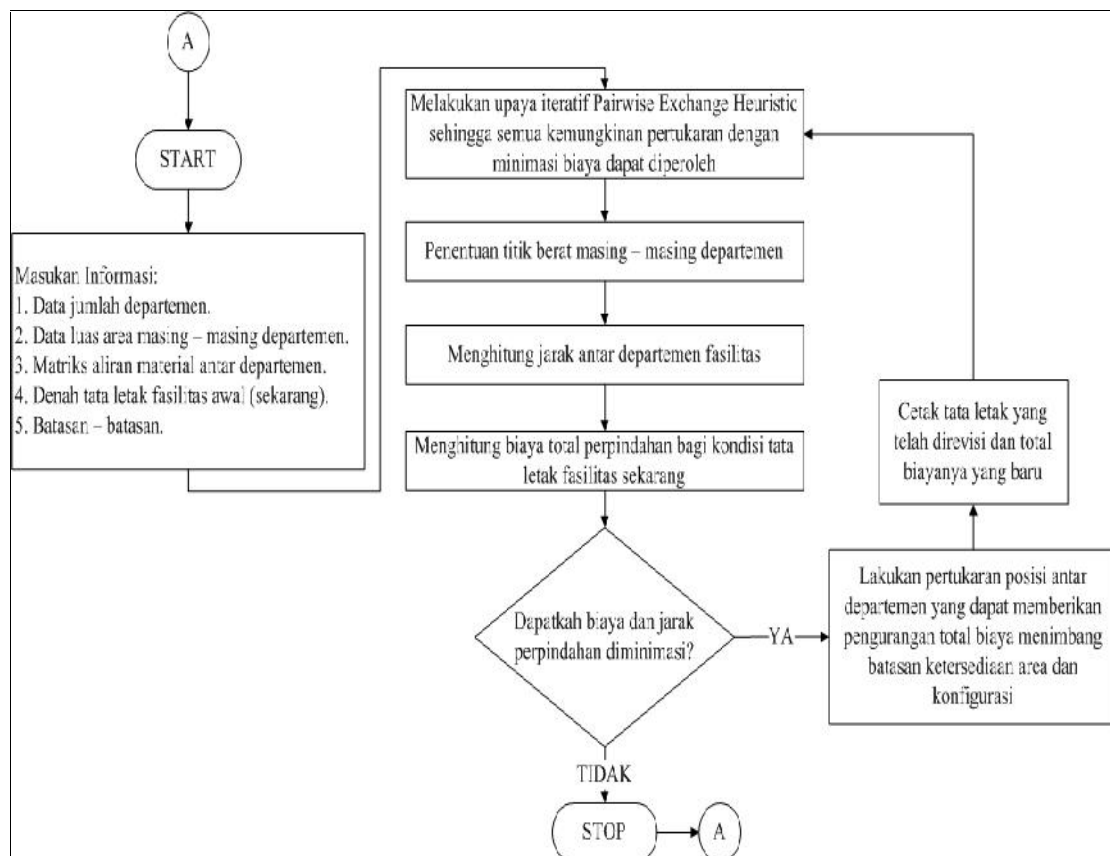
Menurut Asef-Vaziri dan Laporte (2005), proporsi biaya yang dikeluarkan perusahaan paling banyak berhubungan dengan kegiatan *material handling* dan utamanya ialah pengaturan pola *material flow*. Relevansi semacam ini juga dinyatakan oleh Ballou (1993) bahwa penyimpanan dan pemindahan bahan baku merupakan aktivitas yang sangat penting bagi kegiatan logistik namun memberikan peningkatan biaya total dari 12% sampai 40%.

Sebagai tambahan, MHIA mengestimasi bahwa 20% sampai 25% dari biaya produksi ialah didominasi oleh kegiatan penanganan material. Sedangkan menurut Sujono dan Lashkari (2007), proporsi *material handling* ialah sebesar 30% - 75% dari total biaya keseluruhan dan sistem *material handling* yang efisien mampu menurangi biaya sistem operasi produksi sekitar 15% - 30%. PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi rantai (*chain*) sepeda motor. Peletakan mesin di *Plant 1* PT. X diketahui kurang ideal sehingga membuat aliran material satu fasilitas ke fasilitas lain menjadi terganggu dengan indikasi jarak dan waktu tempuh perpindahan yang cukup tinggi dan semestinya masih bisa diminimalisir lagi. Semakin jauh jarak antar fasilitas (d_{ij}), akan memperlambat pergerakan aliran produksi yang mengarah pada penurunan tingkat produktivitas serta peningkatan biaya secara keseluruhan (c_{ij}). Oleh karena itu, diperlukan penataan posisi fasilitas yang sesuai dan terkoordinasi dengan baik untuk *Plant 1* secara garis besar. PT. X saat ini memiliki permasalahan terkait dengan tata letak fasilitas di lantai produksi *Plant 1*. Hal ini terlihat dari besarnya jarak tempuh perpindahan material antar departemen produksinya yang mengakibatkan meningkatnya waktu perpindahan serta biaya *material handling* secara keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini adalah: identifikasi denah tata letak saat ini,

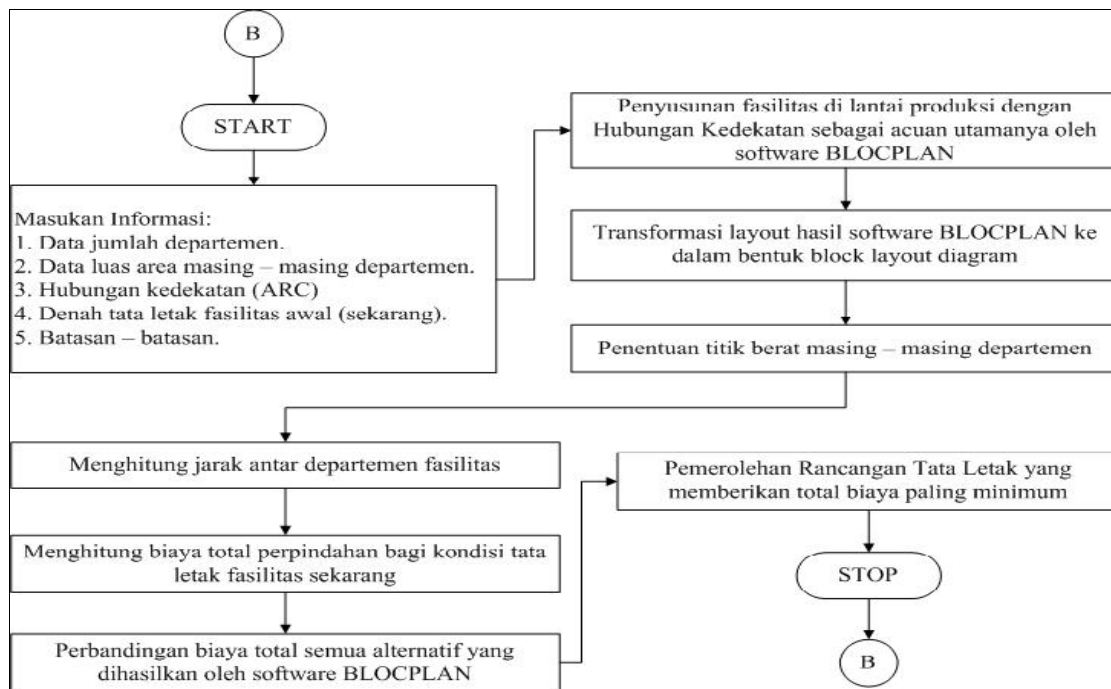
memberikan rancangan denah tata letak usulan, serta terakhir membandingkan denah tata letak saat ini dengan tata letak usulan.

2. METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH

1. Identifikasi Performansi Saat Ini
Pada tahap ini dilakukan perhitungan empat kriteria pembading untuk kondisi *layout* saat ini (biaya, waktu, jarak, dan luas). Beberapa *input* yang digunakan:
 - a. Jarak perpindahan antar departemen.
 - b. Jumlah dan dimensi departemen.
 - c. Denah tata letak fasilitas saat ini.
 - d. Data terkait *material handling*.
 - e. Serta beberapa data penunjang lain (kapasitas produksi, struktur produk, reliabilitas mesin, dan sebagainya)
2. Perancangan Tata Letak dengan Algoritma CRAFT. Data masukan yang digunakan untuk perhitungan CRAFT ini sama dengan sebelumnya, namun metodologinya mengikuti *flowchart* pada Gambar 1.
3. Perancangan Tata Letak dengan Algoritma BLOCPLAN menggunakan *input* data berupa derajat kedekatan, yang mana metodologinya dijabarkan lebih jelas pada Gambar 2.



Gambar 1. Bagan Metodologi Pelaksanaan Metode CRAFT



Gambar 2. Bagan Metodologi Pelaksanaan Metode BLOCPLAN

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

1. Perhitungan % Skrap

$$\% \text{ Skrap} = \frac{\text{Jumlah Reject}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100 \%$$

Misalnya, untuk Departemen *Pin Cutting* (*Drive Chain*):

$$\% \text{ Skrap} = \frac{\text{Jumlah Reject}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100\% = \frac{221}{279.812} \times 100 \% = 0,08\%$$

Hasil rekapitulasi % skrap antara lain sebagai berikut.

Tabel 1. Persentase Skrap Tiap Departemen

No	Departemen	Reject (Kg)		Produksi (Kg)		% Skrap	
		DC	CC	DC	CC	DC	CC
1	<i>Pin Cutting</i>	221	405	279.812	37.955	0,08	1,07
2	<i>Rotary</i>	89	177	419.262	56.803,1	0,02	0,31
3	<i>Mesh Belt</i>	94	149	396.335	68.299	0,02	0,22
4	<i>Coloring</i>	0	0	1.732	29.936,3	0,00	0,00
5	<i>Shoot Peening</i>	271	0	750.952	0	0,04	0,00
6	<i>Auto Lathe</i>	413	0	10.638,9	0	3,88	0,00
7	<i>Press</i>	455	200	384.018	75.143	0,12	0,27
8	<i>Bush Forming</i>	289	99	65.561	18.725	0,44	0,53
9	<i>Austemper</i>	167	0	82.535,5	0	0,20	0,00

2. Perhitungan *Routing Sheet*

(Misal untuk *Bush* rantai CC)

- Waktu proses = 900 detik (diketahui)
- Waktu *set up* = 600 detik (diketahui)
- Jam pengoperasian = 21 x 3.600 detik = 75.600 detik

- Kapasitas Mesin Teoritis = $\frac{\text{Jam Operasi} - \text{Waktu Set Up}}{\text{Waktu Proses}} = 83,33$
- Persentase Skrap = 0 % (perhitungan sebelumnya)
- Jumlah yang diharapkan = Kapasitas Produksi x Banyak Komponen x Berat Komponen = 288,288 kg
- Jumlah yang disiapkan = $\frac{\text{jumlah yang Diharapkan}}{(1 - \% \text{ skrap})} = 288,288 \text{ kg}$
- Efisiensi = 75 % (diketahui)
- Produksi dengan Efisiensi = $\frac{\text{jumlah yang Disiapkan}}{\% \text{ Efisiensi}} = 384,384 \text{ kg}$
- Reliabilitas = 97 % (diketahui)
- Jumlah Mesin Teoritis = $\frac{\text{Produksi dgn Efisiensi}}{\text{Reliabilitas} \times \text{Kps Mesin Teoritis}} = 4,76 \text{ buah}$

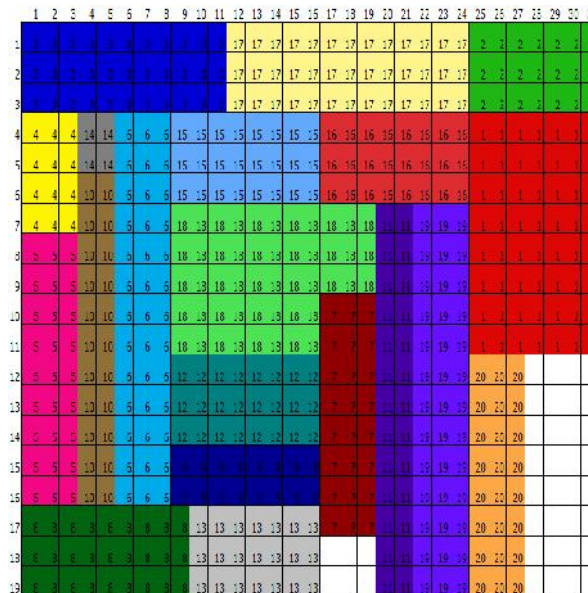
Berikut ialah sepenggal tampilan dari tabel *Routing Sheet* yang telah dibuat.

Tabel 2. Tabel *Routing Sheet*

Nama Mesin	Waktu Proses (s/100 kg)	Waktu Set Up (s)	Kapasitas Mesin Teoritis	Jumlah yang Diharapkan	Jumlah yang Disiapkan	Produksi dengan Efisiensi	Jumlah Mesin
<i>Bush (104)</i>							
Mesin <i>Bush Forming</i>	53.571,43	600	1,40	1.182,6749	1.187,9017	1.697,9021	1.262,65
<i>Barrel A</i>	3.600	600	20,83	1.182,6749	1.182,6749	1.689,5356	83,61
<i>Drying A</i>	900	600	83,33	1.182,6749	1.187,6149	1.689,5356	20,69
Mesin <i>Rotary 3</i>	1.800	0	42,00	1.182,4384	1.182,6749	1.689,5356	41,47
<i>Barrel B</i>	2.400	600	31,25	1.182,4384	1.182,4384	1.689,1977	56,31
<i>Drying B</i>	900	600	83,33	1.182,4384	1.182,4384	1.689,1977	20,90

3. Perhitungan Jarak Perpindahan

Perhitungan jarak perpindahan antar departemen menggunakan ketentuan *rectalinier*, dimana terlebih dahulu perlu digambarkan *block layout diagram* yang merepresentasikan *layout* saat ini.



Gambar 4. Block Layout Diagram Plant 1

Setelah digambarkan, maka dicari jarak antar tiap titik berat departemen dengan persamaan jarak *rectalinier* berikut ini.

$$d_{ij} = |\Delta x| + |\Delta y|$$

Sebagai contoh, jarak perpindahan dari GBB ke *Bush Forming* ialah:

- Koordinat GBB: (28 ; 7)
- Koordinat *Bush Forming*: (13 ; 8,3)
- Sehingga:
 $d_{ij} = |x_a - x_b| + |y_a - y_b| = |28 - 13| + |7 - 8,3| = 16,3$ (satuan meter)

Perhitungan besaran frekuensi per hari khusus perpindahan dari GBB ke mesin menggunakan tahap perhitungan berikut (misal frekuensi *Bush CC* dari GBB ke mesin *Bush Forming*).

- Berat 1 unit raw material *Bush CC* dari supplier ialah: 256,19 kg
- Kapasitas *hoist* kecil: 500 kg (tidak mampu membawa sekaligus beberapa unit material *Bush CC*)
- Kapasitas mesin rata – rata: 140 spm
 Dimana, 1 stroke = 1 pieces = 0,14 gr.
 Sehingga 140 stroke = 140 pieces = 19,6 gr/mnt = 1.176 gr/jam = 1,18 kg/jam
- Maka, waktu penyelesaiannya =

$$\frac{\text{Berat 1 unit material Bush CC (kg)}}{\text{Kapasitas mesin Bush Forming (kg/jam)}} = \frac{256,19}{1,18}$$

$$= 217,11 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil di atas, karena 1 unit material *Bush CC* dapat diproses selama lebih dari 1 hari (21 jam kerja), maka frekuensinya cukup 1 kali saja. Dan dikarenakan terdapat 9 buah mesin *Bush Forming* untuk memproses *Bush CC*, maka frekuensi perpindahan dari GBB ke *Bush Forming CC* ialah sebanyak 9 kali.

4. Perhitungan MHPS Saat Ini

Berikut ialah contoh perhitungan kondisi *existing layout*: (misal perpindahan *Bush CC* dari GBB ke *Bush Forming*).

- *Distance* (secara *rectalinier*) = 16,3 m
- Jumlah yang Harus Dipindahkan =

$$\frac{\text{Jumlah yang disiapkan (mesin tujuan)}}{\text{Kg per unit diterima}}$$

$$= \frac{290,7253}{36,34} = 8,0003 \text{ kg}$$
- Untuk *Unit Load* ialah sebesar 500 kg (menggunakan MH hoist)
- Frekuensi per hari = 9 (dari perhitungan sebelumnya)
- Waktu Perpindahan = *Load Unload*

$$+ \left[\left(\frac{1}{\text{Average Speed}} \right) \times \left(\frac{\text{Distance}}{\text{Efektivitas}} \right) \right]$$

$$= 2 + \left[\left(\frac{1}{5} \right) \times \left(\frac{16,3}{0,5} \right) \right] = 8,52 \text{ menit}$$
- Total Waktu Penggunaan Peralatan =

$$\sum (\text{Waktu pindah alat} \times \text{frekuensi per hari})$$

$$= 8,52 \times 9 = 76,68 \text{ menit}$$
- Biaya Perpindahan =

$$\left[\left(\frac{\text{Waktu pindah}}{\sum \text{Waktu penggunaan}} \right) \times (\text{Qty} \times \text{Inv. cost}) \right] +$$

$$\left[\text{Wkt pindah} \times \left(\frac{\text{Hr FP \& M. Cost} + \text{Hr Labour Cost}}{60} \right) \right]$$

$$= \left[\left(\frac{8,52}{76,68} \right) \times (1 \times 7.569,44) \right] +$$

$$\left[8,52 \times \left(\frac{5.965,25 + 12.500}{60} \right) \right] = \text{Rp } 3.463,11$$
- Biaya Perpindahan per hari =
 Biaya Perpindahan x Frekuensi per Hari

$$= \text{Rp } 3.463,11 \times 9 = \text{Rp } 31.168,03$$
- Sehingga, Biaya Total dari GBB ke *Bush Forming* = $\sum (\text{Biaya Perpindahan} \times \text{Frekuensi per Hari}) = \text{Rp } 31.168,03$

5. Perhitungan CRAFT dan BLOCPPLAN

Usulan perbaikan denah diperoleh dari penggunaan CRAFT dan BLOCPPLAN. Dengan *input* berupa luas departemen, *layout* awal, serta *flow material*, maka software WinQSB (untuk CRAFT) melakukan pertukaran departemen secara berpasangan (yang mana untuk kasus ini dihasilkan iterasi sebanyak 7 kali). Gambar 5 menunjukkan Blok Diagram untuk iterasi ke 7 dan Gambar 6 menunjukan tata letak dari metode CRAFT.

tiap departemen ini didapatkan dengan melakukan konversi terhadap *flow material* antar departemen (yang diperoleh dari MHPS saat ini) dengan fungsi berikut:

$$6.000 < f_{ij} + f_{ji} \rightarrow A \text{ (Absolutely Impt)}$$

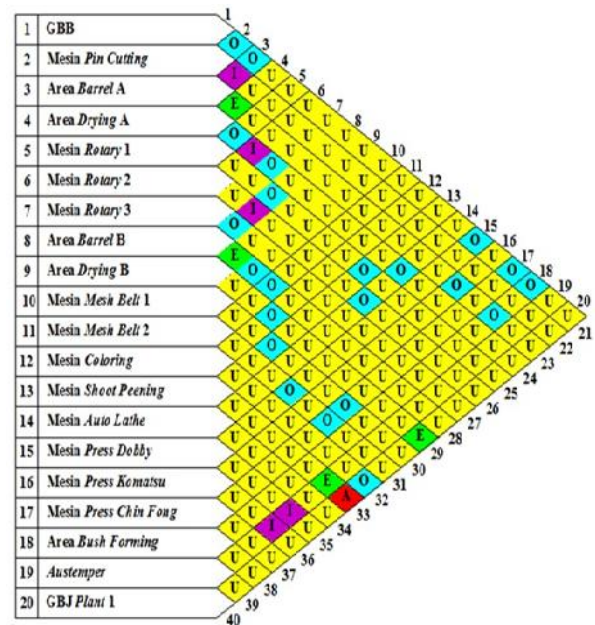
$$4.000 < f_{ij} + f_{ji} \leq 6.000 \rightarrow E \text{ (Extremely Impt)}$$

$$2.000 < f_{ij} + f_{ji} \leq 4.000 \rightarrow I \text{ (Important)}$$

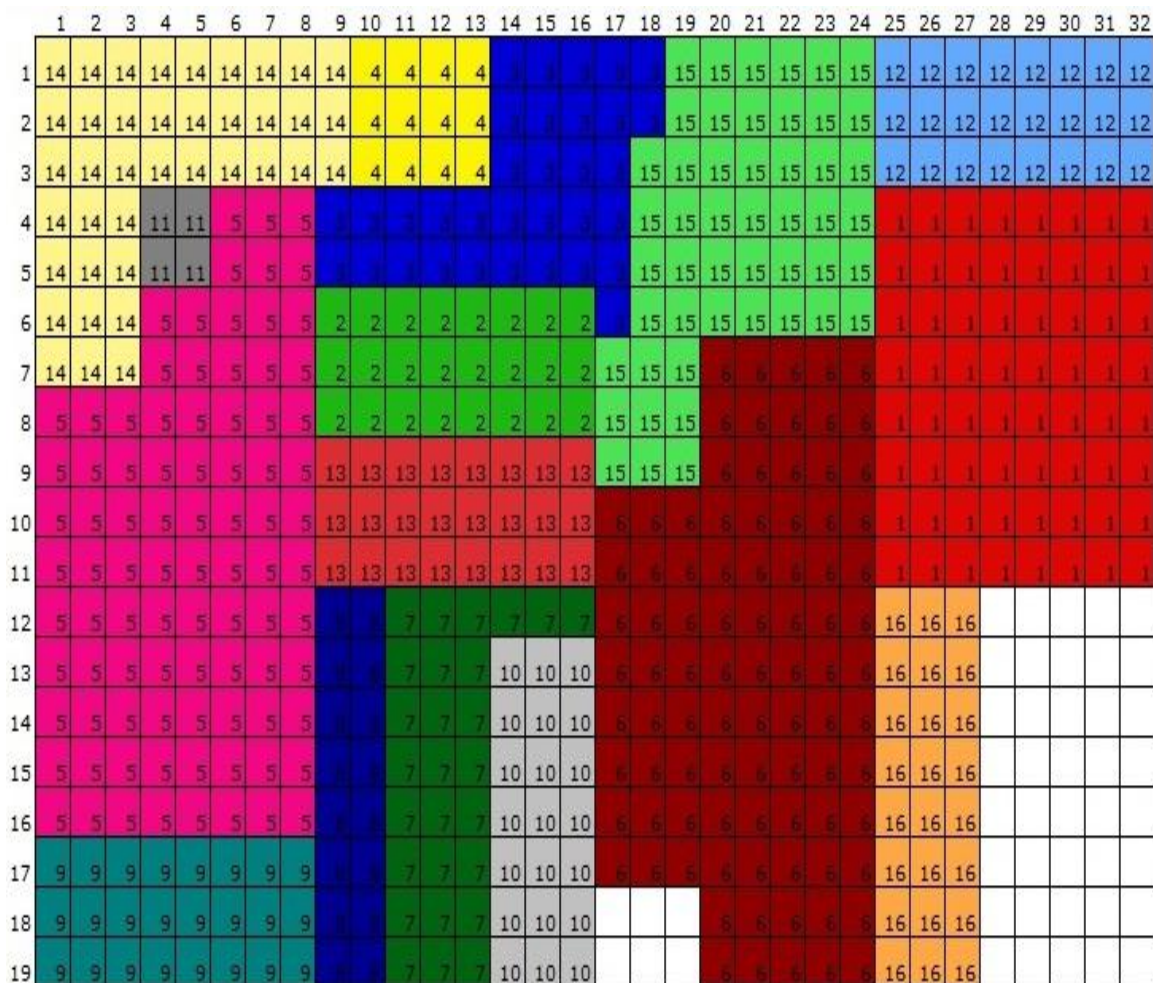
$$0 < f_{ij} + f_{ji} \leq 2.000 \rightarrow O \text{ (Ordinary)}$$

$$f_{ij} + f_{ji} = 0 \rightarrow U \text{ (Unimportant)}$$

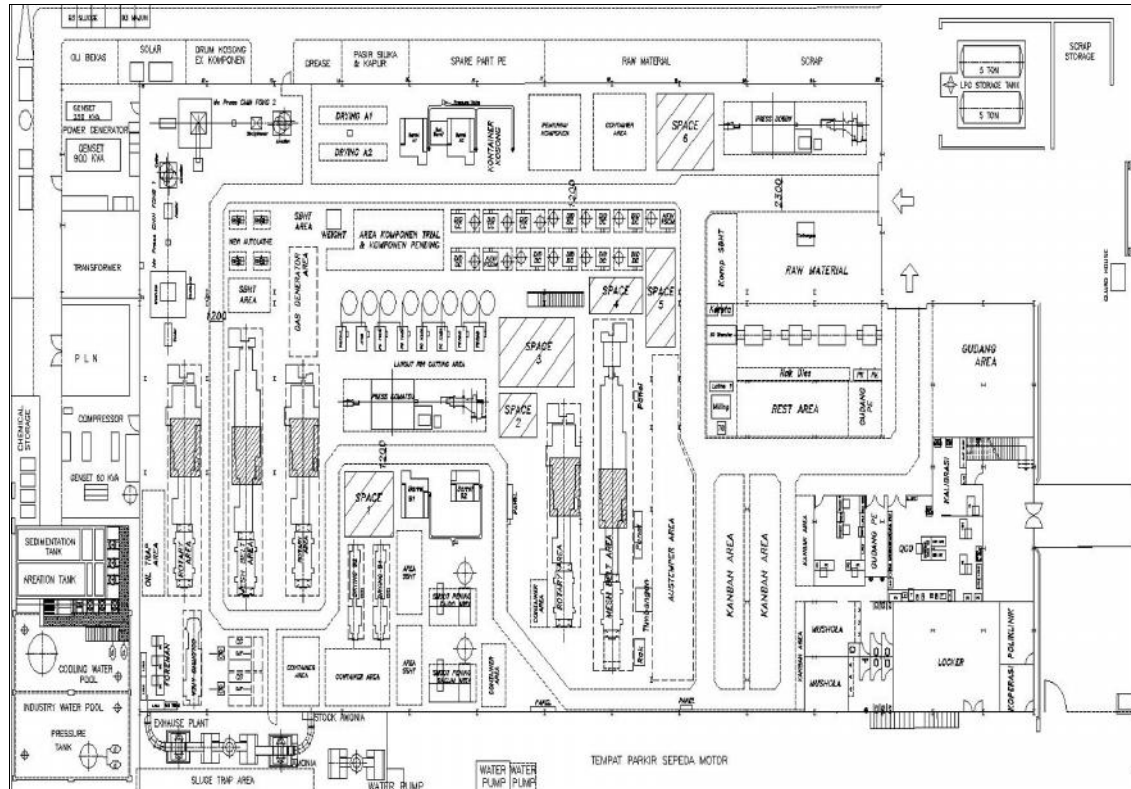
Penggambarannya lebih jelas disajikan dalam bentuk *Activity Relationship Chart* (ARC) pada Gambar 7. Gambar 8 menunjukkan Blok Diagram untuk interaksi ke 14 dan Gambar 9 menunjukkan tata letak dari metode CRAFT.



Gambar 7. Activity Relationship Chart



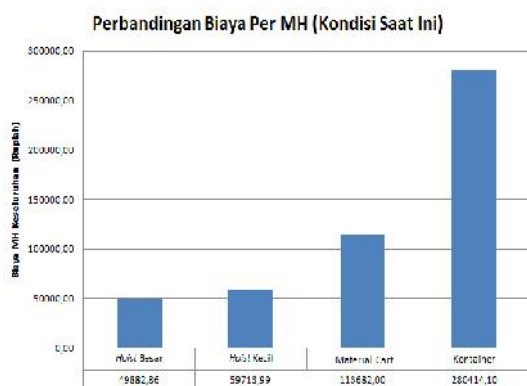
Gambar 8. Block Layout Diagram Pada Alternatif ke-14 (Kondisi Optimal)



Gambar 9. Layout Hasil Optimal Algoritma BLOCPAN

3.2. Pembahasan

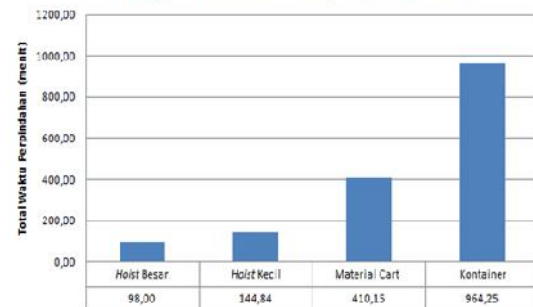
Dari *layout* saat ini, diketahui total jarak ialah sebesar 463,1 meter. Sedangkan untuk total biaya *material handling*, berdasarkan hasil MHPS kondisi saat ini, diketahui bahwa totalnya ialah sebesar Rp 1.047.678,49 dengan biaya terbesar terdapat pada penggunaan MH kontainer.



Gambar 10. Histogram Biaya Per MH Kondisi Saat Ini

Kontainer memiliki biaya yang paling besar dikarenakan penggunaan kontainer lebih dominan dibanding yang lainnya. Paralel dengan biaya MH, hasil yang sama juga didapat untuk waktu perpindahan dimana waktu pemakaian MH terbesar terdapat pada kontainer (964,25 menit).

Perbandingan Total Waktu Perpindahan Per MH



Gambar 11. Histogram Waktu Perpindahan Per MH Kondisi Saat Ini

Perbandingan waktu pindah antara rantai DC dan CC diberikan pada Tabel 2. Berikut ini (total waktu selama 1.617,24 menit).

Tabel 2. Perbandingan Waktu Penggunaan MH Antara DC dan CC Kondisi Saat Ini

Material Handling	DC (mnt)	CC (mnt)	Total (mnt)
Hoist Besar	73,25	24,75	98,00
Hoist Kecil	68,16	76,68	144,84
Material Cart	297,22	112,93	410,15
Kontainer	761,88	202,38	964,25
Total Waktu MH Plant 1 Saat Ini			1.617,24

Kriteria terakhir yakni luas area yang dapat dihemat, untuk *layout* saat ini terdapat 5 *space*, yakni: *space* 1 (12,51 m²), 2 (33,11 m²), 3 (17,13

m²), 4 (5,17 m²), dan 5 (21,82 m²) dengan total luasnya sebesar 89,74 m²). Pada kondisi *layout* optimal CRAFT (iterasi ke-7), didapatkan total jarak perpindahan sebesar 446,88 meter (berkurang 3,5 % dari total jarak awal). Berikut ialah penjabaran hasil total jarak tempuhnya per iterasi.



Gambar 12. Histogram Jarak Per Iterasi Menggunakan Algoritma CRAFT

Ditinjau dari segi biaya, terjadi penurunan biaya MH per iterasinya.



Gambar 13. Grafik Penurunan Biaya MH Per Iterasi Dengan Algoritma CRAFT

Dengan rincian biaya perpindahan MH untuk per jenis rantai (DC dan CC) ialah berikut ini per iterasinya.

Tabel 3. Rincian Total Biaya MH Per Iterasi Dengan CRAFT

Ur.	Pertukaran Antara	Biaya		Biaya	Biaya Setelah
		MHPS DC		MHPS CC	Iterasi
1	P.Cutting	Dobby	Rp 771.796,78	Rp 272.503,06	Rp 1.044.299,85
2	Drying B	S.Peening	Rp 768.626,99	Rp 273.135,36	Rp 1.041.762,35
3	Coloring	S.Peening	Rp 767.129,07	Rp 272.052,02	Rp 1.039.181,10
4	Barrel B	Coloring	Rp 763.509,80	Rp 273.498,90	Rp 1.037.008,70
5	Drying A	Auto Line	Rp 762.300,43	Rp 273.350,98	Rp 1.035.651,41
6	Barrel A	Auto Line	Rp 761.861,65	Rp 273.160,01	Rp 1.035.021,66
7	Dobby	Komatsu	Rp 762.476,86	Rp 273.160,01	Rp 1.035.636,87

Berdasarkan hasil dari Tabel 3., diperoleh bahwa biaya MH akhir ialah menjadi sebesar Rp 1.035.636,87 dimana biaya ini berkurang sebanyak 1,15 % dari kondisi awalnya. Minimasi ini tentu

juga akan paralel dengan total waktu perpindahan yang diperoleh dari hasil iterasi CRAFT dimana menjadi sebesar 1.549,27 menit (berkurang 4,2 % dari kondisi awalnya).

Tabel 4. Perbandingan Waktu Penggunaan MH Antara DC dan CC Dengan CRAFT

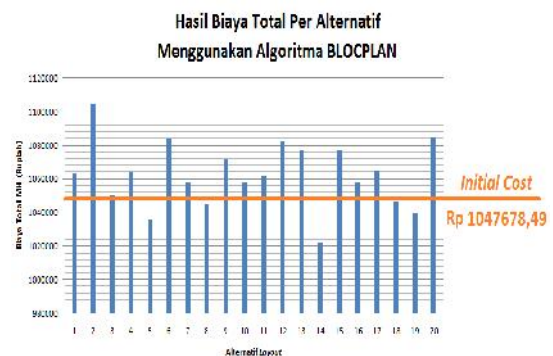
Material Handling	DC (mnt)	CC (mnt)	Total (mnt)
Hoist Besar	79,00	31,25	110,25
Hoist Kecil	68,16	76,68	144,84
Material Cart	244,09	91,72	335,81
Kontainer	738,13	220,24	958,37
Total Waktu MH Plant 1 (CRAFT)			1.549,27

Luas yang dapat dihemat dengan *layout* CRAFT ini diperoleh sebesar 57,8 m² dengan tiga *space* yang saling berbeda, yaitu: *space* 1 (17,21 m²), *space* 2 (21,69 m²), dan *space* 3 (18,9m²). Dari hasil perhitungan menggunakan *software* BLOCPAN For Windows, didapatkan maksimal 20 alternatif *layout* yang satu persatu dinilai kriterianya. Untuk kriteria total jarak tempuh 20 alternatif, direkapitulasi sebagai berikut ini.



Gambar 14. Histogram Jarak Per Alternatif Menggunakan Algoritma BLOCPAN

Hasil menunjukkan bahwa alternatif ke-14 mampu memberikan pengurangan total jarak yang paling maksimal yakni menjadi 434,62 meter (berkurang 6,2 % dari kondisi awal). Sedangkan untuk total biaya MH-nya per alternatif diperoleh:



Gambar 15. Histogram Biaya MH Per Alternatif Menggunakan BLOCPAN

Berdasarkan Gambar 15. di atas, alternatif ke-14 memberi pengurangan yang paling maksimum bagi total biaya menjadi sebesar Rp 1.022.419,91 (berkurang sebesar 2,4 % dari kondisi awalnya). Tentunya, hasil ini turut mencerminkan hasil bagi total waktu penggunaan yang diperoleh dari alternatif ke-14 dimana menjadi 1.506,23 menit (berkurang 6,86 %). Berikut ialah rekapitulasi hasil total waktu perpindahan per alternatif algoritma BLOCPLAN.

Tabel 5. Perbandingan Waktu Penggunaan MH Antara DC dan CC Dengan BLOCPLAN.

Material Handling	DC (mnt)	CC (mnt)	Total (mnt)
Hoist Besar	82,71	39,88	122,59
Hoist Kecil	51,26	57,67	108,94
Material Cart	224,38	84,63	309,01
Kontainer	738,14	227,56	965,70
Total Waktu MH Plant 1 (CRAFT)			1.506,23

Kriteria terakhir yakni luas area yang dapat dihemat, didapatkan bahwa terdapat 6 *space*. Adapun berturut – turut luas per *space*-nya: *space* 1 (19,97 m²), *space* 2 (9,51 m²), *space* 3 (29,88 m²), *space* 4 (10,9 m²), *space* 5 (16,04 m²), *space* 6 (24,44 m²) dengan total seluruhnya sebesar 110,74 m². Sehingga, tiap hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan per tiap kriteria ke dalam Tabel 6. berikut ini.

Tabel 6. Perbandingan Ketiga Layout Layout

Kriteria	Layout Existing	Layout (CRAFT)	Layout (BLOCPLAN)
Jarak tempuh	463,1 meter	446,88 meter	434,62 meter
Biaya MH	Rp 1.047.678,49	Rp 1.035.636,87	Rp 1.022.419,91
Spaciousness	89,74 m ²	57,8 m ²	110,74 m ²
Waktu Perpindahan	1.617,24 menit	1.549,27 menit	1.506,23 menit

Hasil algoritma BLOCPLAN ialah yang terpilih sebagai *layout* usulan karena mampu memberikan performansi yang paling optimal jika dibandingkan dengan kedua *layout* yang ada. Alasan BLOCPLAN mampu memberikan hasil yang optimal dikarenakan algoritma BLOCPLAN ini mempertimbangkan pertukaran terhadap semua departemen yang ada (kecuali *fixed departement*) tanpa memandang kesamaan luasan departemen atau saling bersebelahan. CRAFT terbatas hanya pada ketentuan untuk melakukan pertukaran antar departemen yang besar luasnya sama atau bersebelahan sambil mempertimbangkan banyaknya *material flow* yang berpindah antar departemen tersebut. Ketentuan inilah yang sebenarnya membatasi CRAFT untuk memperoleh *layout* yang optimal.

4. KESIMPULAN

- Jarak perpindahan keseluruhan untuk *existing layout* ialah 463,1 meter, biaya total *material handling*: Rp 1.047.678,49 per hari, area kosong yang diperoleh: 89,74 m², dan total waktu perpindahan ialah selama 1.617,24 menit.
- Hasil *layout* usulan menggunakan algoritma CRAFT dan BLOCPLAN, rincian hasilnya masing – masing yakni:
 - Hasil algoritma CRAFT: jarak perpindahan keseluruhan sebesar 446,88 meter, biaya total *material handling*: Rp 1.035.636,87 per hari, area kosong yang diperoleh: 57,8 m², dan total waktu perpindahan ialah selama 1.549,27 menit.
 - Hasil algoritma BLOCPLAN: jarak perpindahan keseluruhan sebesar 434,62 meter, biaya total *material handling*: Rp 1.022.419,91 per hari, area kosong yang diperoleh: 110,74 m², dan total waktu perpindahan ialah selama 1.506,23 menit.
 - Pada akhirnya *layout* usulan terpilih ialah *layout* algoritma BLOCPLAN dikarenakan memberikan performansi sistem yang lebih baik bagi empat kriteria pembandingan.
- Hasil *layout* dari algoritma BLOCPLAN jika dibandingkan dengan *existing layout*, memberikan pengurangan jarak tempuh sebesar 6,2 % (28,48 meter), pengurangan biaya *material handling* per harinya sebesar 2,4 % (Rp 25.258,58), pengurangan waktu perpindahan sebesar 6,86 % (111,01 menit), dan memberikan tambahan luas area sebesar 21 m².

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aleisa, E.E., & Lin, L. (2005). For effective facilities planning: layout optimization then simulation, or vice versa?. *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*.
- Asef-Vaziri, A. & Laporte, G. (2005). Loop based facility planning and material handling. *European Journal of Operational Research*, 164, 1–11.
- Ballou, R. H. (1993). *Logística empresarial*. [Business logistics], São Paulo: Atlas.
- Chakravorty, S. S. (2009). Improving distribution operations: Implementation of material handling systems. *International Journal of Production Economics*, 122, 89–106.
- Devise, O., & Pierreval, A. (2000). Indicators for measuring performances of morphology and materials handling systems. *International*

- Journal of Production Economics*, 64(1–3), 209–218.
6. Dias, M. A. (1993). *Administração de materiais: uma abordagem logística*. [Materials management: a logistics approach], São Paulo: Atlas.
 7. El-Baz, M.A. (2004). A genetic algorithm for facility layout problems of different manufacturing environments. *Computer & Industrial Engineering*, 47(2 – 3), 233 – 246.
 8. Francis, R.L., McGinnis L.F., & White J.A. (1974). *Facility layout and location: an analytical approach*. (Edisi Kedua). New Jersey: Prentice-Hall.
 9. Groover, M. P. (2001). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. (Edisi Ketiga). New Jersey: Prentice-Hall.
 10. Heragu, S.S. (1997). *Facilities design*. Boston: PWS Publishing Company.
 11. Kulak, O. A. (2005). Decision support system for fuzzy multi-attribute selection of material handling equipments. *Expert Systems with Applications*, 29, 310–319.
 12. Kusiak, A., & Heragu, S.S. (1987). The facility layout problem. *European Journal of Operational Research*, 29, 229 – 251.
 13. Meyers, F.E. (1993). *Plant layout and material handling*. New Jersey: Prentice – Hall Inc.
 14. Purnomo, H. (2004). *Perencanaan & perancangan fasilitas*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
 15. Stock, J. R. & Lambert, D. M. (2001). *Strategic logistics management*. (Edisi Keempat). New York: McGraw-Hill.
 16. Sujono, S.; Lashkari, R.S. (2007). A multi-objective model of operation allocation and material handling system selection in FMS design. *International Journal of Production Economics*, 105, 116–133.
 17. Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., & Tanchoco, J.M.A. (2003). *Facilities planning*. (Edisi Ketiga). New Jersey: John Wiley & Sons.
 18. Wignjosoebroto, S. (2003). *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*. (Edisi Ketiga). Surabaya: Guna Widya.