

**USULAN PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI
GUDANG TUJUH PT. MULCINDO
DENGAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA
DIFFERENTIAL EVOLUTION**

Goldsteyn M. O. Masela

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura Ambon
e-mail : goldsteynm@gmail.com

Nil Edwin Maitimu

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pattimura
e-mail : Edwinmaitimu@yahoo.com

D. B. Paillin

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk (1) Membuat layout usulan rancangan tata letak pada gudang tujuh PT. Mulcindo, (2) Meminimasi momen perpindahan jarak dan ongkos material handling. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa (1) Layout awal tata letak fasilitas produksi gudang 7 PT. Mulcindo masih dapat dioptimalkan lagi dengan membuat layout usulan menggunakan algoritma differential evolution. (2) Layout usulan yang dihasilkan oleh algoritma differential evolution yang menggunakan 3 alternatif yaitu: Alternatif 1 “ Mutation Factor 0,3 dan Crossover Rate 0,7”, Alternatif 2 “ Mutation Factor 0,7 dan Crossover Rate 0,3”, dan Alternatif 3 “ Mutation Factor 0,8 dan Crossover Rate 0,5” Dari 3 alternatif tersebut masing-masing dibuat dalam 5 kali replikasi berbeda, dengan biaya optimum dari 3 alternatif tersebut sebagai berikut. Alternatif 1 : Rp. 8.254.950,2 (Replikasi Ke-4), Alternatif 2 : Rp. 8.730.388,56 (Replikasi Ke-1) dan Alternatif 3 : Rp. 8.273.260,33 (Replikasi Ke-4) Dengan demikian ongkos material handling yang paling optimum adalah pada Alternatif 1 Replikasi ke-4 yaitu Rp. 8.254.950,2-per bulan, sehingga lebih optimum dari OMH awal yaitu Rp. 14.792.360,-per bulan, dengan persentase 55.8%.

Kata Kunci : Tata Letak Fasilitas, Layout, Algoritma Differential Evolution

ABSTRACT

The purposes of this research are (1) to make a layout suggestion on the seventh warehouse at PT. Mulcindo, (2) to reduce material handling and its cost. The result of this research shows that; (1) first layout on the seventh warehouse at PT. Mulcindo could be optimized by using Differential Evolution Algorithm, (2) Layout suggestion from Differential Evolution Algorithm has 3 alternatives, those alternatives are: Alternative 1 “mutation factor 0.3 and crossover rate 0.7”, Alternative 2 “mutation factor 0.7 and crossover rate 0.3”, and alternative 3 “mutation factor 0.8 and crossover rate 0.5”. Based on those alternatives, each of them is made in 5 times different replication with optimum price; alternative 1: Rp. 8.254.950,2 (4th replication), alternative 2: Rp. 8.730.388,56 (1st replication), alternative 3: Rp. 8273.260,33 (4th replication). Therefore, the best material handling price is on the first alternative in 4th replication: Rp. 8.254.950,2/month, it is better than the first material handling price: Rp. 14.792.360/month, with 55.8%.

Keywords: Facility Layout, Layout, Differential Evolution Algorithm.

I. PENDAHULUAN

Tata letak yang baik adalah tata letak yang dapat menangani *system material handling* secara menyeluruh (Wignjosubroto, 1996). Tata letak mesin yang tidak teratur dan jarak antar ruangan produksi yang cukup jauh dapat mengakibatkan proses produksi terganggu sehingga dapat memperlambat proses produksi. Penerapan model atau simulasi tata letak diharapkan dapat membantu

manajemen dalam melakukan analisis terhadap rencana penataan ulang (*re- layout*) fasilitas produksi di masa yang akan datang.

PT. Mulcindo merupakan industri yang bergerak dalam bidang pengolahan baja. Salah satu produk unggulannya adalah tiang penerangan jalan umum dan *guardrail* (Pembatas jalan). Produksi kedua produk ini berlangsung pada gudang 7, dimana aliran material dimulai dari pemotongan atau *slittering*, penekukan, pengelasan, pembengkokan hingga proses perakitan dan penyetelan.

Dalam proses produksi, aliran *material* dari bahan baku hingga menjadi bahan jadi belum teratur dikarenakan aliran bahan (*material handling*) terlihat bolak-balik. Hal ini tentu berakibat pada besarnya momen perpindahan jarak dan dapat berakibat pada tingkat produktivitas perusahaan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan perhitungan ulang tata letak gudang 7 PT. Mulcindo guna mengevaluasi dan menentukan kembali tata letak fasilitas yang optimal sehingga dapat meminimasi momen perpindahan jarak dan ongkos *material handling*.

II. LANDASAN TEORI

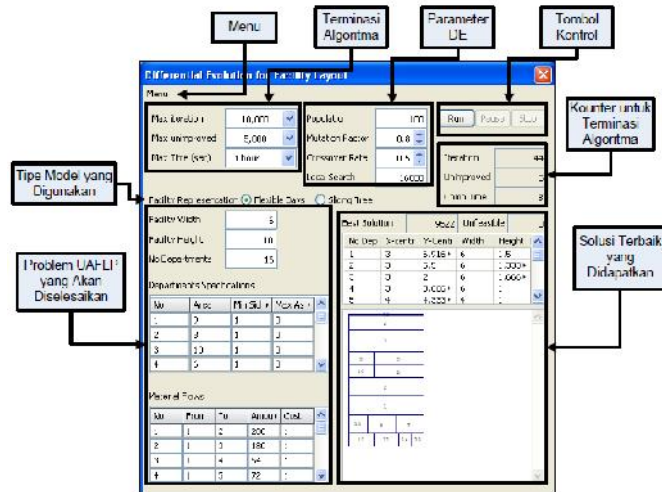
Tata Letak

Tata letak pabrik didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan-gerakan *material*, penyimpanan *material (storage)* baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja dan sebagainya. Lebih spesifik lagi tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu sebagai berikut :

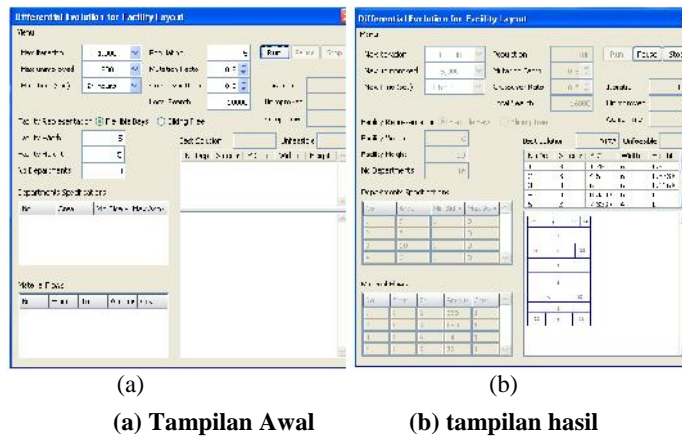
1. Meningkatkan *output* produksi.
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*).
3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*).
4. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan *service*.
5. Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan/atau fasilitas produksi lainnya.

Algoritma Differential Evolution

Algoritma DE ini disertai dengan antarmuka pengguna (*user interface*) yang mudah digunakan. Gambar 8 menunjukkan tentang bagian-bagian algoritma, sedangkan Gambar 9 menunjukkan tampilan dari algoritma ini (a) tampilan awal, dan (b) saat dijalankan.



Tampilan Awal dengan fiturnya masing-masing



Algoritma ini memiliki beberapa fitur yang bisa digunakan oleh pengguna, diantaranya adalah:

- Fitur input parameter dan data melalui GUI (*Graphic User Interface*).
- Fitur menyimpan dan me-load parameter dan data dari dan ke file.
- Fitur menyimpan hasil layout ke file.
- Fitur menyimpan gambar layout ke file.
- Fitur menjalankan, memberhentikan sementara dan menghentikan iterasi algoritma DE melalui GUI.
- Fitur meng-update secara otomatis hasil layout beserta gambarnya di GUI ketika ditemukan solusi baru yang lebih baik.

Tahapan Penggunaan Algoritma

Secara umum, tahapan penggunaan algoritma adalah sebagai berikut:

1. Membuka (program) algoritma.
2. Menginput Data.
3. Menjalankan iterasi.
4. Menghentikan iterasi.
5. Menyimpan hasil

Differential Evolution (DE)

Differential Evolution (DE) adalah sebuah metode yang dikembangkan oleh Kenneth Price dan dipublikasikan pada Oktober 1994 dalam majalah *Dr. Dobb's Journal* (Price et al., 2005). Metode ini merupakan metode optimasi matematis fungsi multidimensional dan termasuk dalam kelompok *evolutionary algorithm*. DE menjadi salah satu algoritma genetika terbaik dan dapat menemukan global optimum yang multidimensi (yaitu menunjukkan lebih dari satu nilai optimum) dengan probabilitas yang baik.

Kelebihan DE dibandingkan dengan metode algoritma evolusioner sebelumnya adalah adanya evolusi yang dialami oleh setiap individu dalam populasi dimana diferensiasi dan *crossover* terjadi secara berurutan pada setiap individu yang terpilih acak dari populasi setiap waktu. Hasil dari variasi ini dikenal sebagai *child* (turunan) atau *trial individual* yang akan menggantikan *parents* pada populasi apabila *fitness* yang dihasilkan lebih baik atau sama dengan yang dihasilkan *parents*.

III. METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

1. Jumlah mesin yang dibutuhkan dalam produksi
2. Luas lantai yang disediakan untuk lantai produksi
3. Jarak dan Frekuensi pemindahan barang antar departemen
4. Ongkos *material handling*

Analisa data

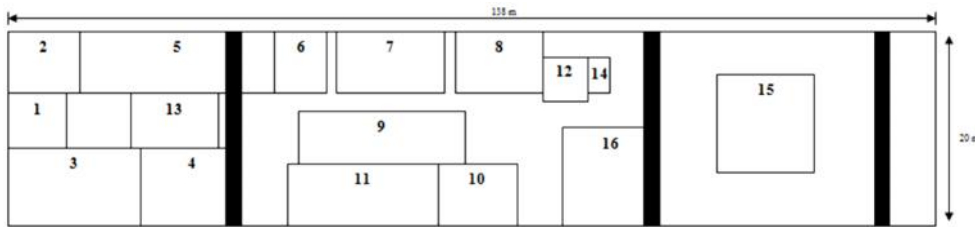
Analisa dilakukan untuk mengetahui solusi tata letak fasilitas yang optimum. *Layout* yang terpilih kemudian disesuaikan dengan bentuk area, dimensi serta fasilitas yang ada didalamnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Proses Operasi (*Operation process Chart*)

Operation process Chart (OPC) adalah diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses pengerjaan material, mulai dari bahan baku (material) hingga menjadi komponen atau produk jadi. Informasi yang terdapat pada peta proses operasi yaitu jenis material yang digunakan, dan mesin atau peralatan yang diperlukan untuk memproses material.

Peta proses pembuatan *guardrail* menggambarkan bahwa terdapat 27 proses dan 8 inspeksi yang dibutuhkan untuk membuat komponen *guardrail*. Mesin yang digunakan pada gudang 7 antara lain; mesin potong SPS, mesin *punch guardrail* and forming, mesin *end block*, mesin *bending* fusan, mesin potong, dan mesin las. Sedangkan untuk membuat tiang penerangan jalan umum diperlukan 19 proses dan 5 inspeksi dengan mesin yang dibutuhkan antara lain; mesin *slitter*, mesin *CNC press brake*, mesin las CNC, mesin las manual, mesin potong, mesin bor, mesin *hidraulic straightening press*, mesin *hidraulic tube bender*. Peta proses operasi *guardrail* dan *street lighting pole single parabola - octagonal type*



.Layout Awal Fasilitas Produksi Gudang 7

Berikut adalah tabel yang menunjukkan luas dimensi daripada masing-masing mesin dan luas gudang.

Total Dimensi Area *Layout* awal gudang 7

No	Area	Kode	Dimensi Area		Luas Dimensi ares (m ²)
		Area	Panjang(x) (m)	Lebar (y) (m)	
1	Tempat Bahan Baku	1	6,2	6	37,2
2	Mesin Potong SPS	2	6,2	7,3	45,26
3	Mesin Punch Guard Rail dan Forming	3	18,9	8,6	162,54
4	Mesin Bending Fusan	4	5,5	6,2	34,1
5	Mesin Slitter	5	27,45	7,3	200,385
6	Mesin Pemotongan Tapak dan Rip	6	4,78	7,3	34,894
7	Mesin CNC Press Brake	7	12,5	7,3	91,25
8	Mesin Las CNC	8	15,3	7,3	111,69
9	Assembly & Setting	9	17,55	6	105,3
10	Mesin Hidraulic Straightening Press	10	10,35	5,62	58,167
11	Mesin Hidraulic Tube Bender	11	20,53	5,62	115,3786
12	Las Finishing	12	7,4	4,8	35,52
13	QC	13	15	6,3	94,5
14	Mesin Pun	14	2,35	4,8	11,28
15	Tempat barang jadi	15	17	7	119
16	Mesin-mesin tak dipakai	16	16,25	6,65	108,0625
Luas Gudang			138	20	2760

Jarak Total Perpindahan Bahan Antar Fasilitas Produksi *Layout Awal*

Jarak total perpindahan bahan didapatkan dari jarak x frekuensi. Penentuan frekuensi pemindahan barang perlu mempertimbangkan rata-rata produksi per bulan (periode Januari-Juli 2016) dan juga kapasitas alat pemindahan barang. Adapun hasil perhitungan jarak total perpindahan bahan per bulan dapat dilihat pada tabel 7.

Jarak Total Perpindahan Barang Antar Fasilitas Produksi Gudang 7

Dari		Ke		Jarak (m)	Frek	Total Jarak/Bulan
Area	Kode Area	Area	Kode Area			
Tempat Plat Coil	1	Mesin Potong SPS	2	2.5	191	478.33
		Mesin Slitter	5	24.45	32	787.29
Mesin Potong SPS	2	Mesin Mesin Punch Guard Rail dan Forming Mesin End block	3	6.6	191	1262.80
Mesin Mesin Punch Guard Rail dan Forming Mesin End block	3	Mesin Bending Fusan	4	9.8	96	937.53
Mesin Slitter	5	Mesin CNC Press Brake	7	25.41	16	409.10
Mesin CNC Press Brake	7	Mesin Las CNC	8	24.91	32	802.10
Mesin Las CNC	8	Mesin Hydraulic Straightening Press	10	12.95	32	416.99
Mesin Hydraulic Straightening Press	10	Mesin Hydraulic Tube Bender	11	13.6	16	218.96
Mesin Hydraulic Tube Bender	11	Assembly & Setting	9	3.5	16	56.35
Mesin Hydraulic Straightening Press	10	Assembly & Setting	9	15.35	16	247.14
Pemotongan Tapak & Rip	6	Assembly & Setting	9	20.05	11	215.20
Mesin Pun	14	Assembly & Setting	9	33	3	99.00
Assembly & Setting	9	Las Finishing	12	28.9	64	1861.16
Las Finishing	12	QC	13	44.8	64	2885.12
Mesin Hydraulic Straightening Press	10	Tempat barang jadi	15	27.4	32	882.28

Ongkos Material Handling (OMH)

Penentuan ongkos material handling akan dijadikan input *Material Flows*. Pada lantai produksi Gudang 7 hampir seluruh proses pemindahan bahan, dilakukan oleh mesin crane, diasumsikan pemindahan bahan mulai dari kapasitas 5 ton sampai dengan kapasitas 10 ton. Besarnya OMH/m/bulan dibuat dalam bentuk peta *From to Chart* yang akan menjadi inputan pada Algoritma Differential Evolution yang akan dimasukkan pada *Material Flows*. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan total momen perpindahan jarak per bulan adalah 11,559.36m, ongkos material handling adalah Rp.14,193,404.47. Hasil OMH perbulan dapat dilihat pada tabel 6.

Ongkos Material Handling *Layout Awal* gudang 7

Dari-Ke	Jarak (m)	Frek	Total Jarak/bulan	OMH /m/Bulan	Total OMH (Rp)
1-2	2.5	191	478.33	1024.53	490065.04
1-5	24.45	32	787.29	1024.53	806599.25
2-3	6.6	191	1262.80	1024.53	1293771.71
3-4	9.8	96	937.53	1024.53	960527.48
5-7	25.41	16	409.10	1314.95	537948.52
7-8	24.91	32	802.10	1314.95	1054726.30
8-10	12.95	32	416.99	1314.95	548322.18
10-11	13.6	16	218.96	1314.95	287922.07
11-9	3.5	16	56.35	1314.95	74097.59
10-9	15.35	16	247.14	1314.95	324970.87
6-9	20.05	11	215.20	1314.95	282982.23
14-9	33	3	99.00	1314.95	130180.33
9-12	28.9	64	1861.16	1314.95	2447337.61
13	44.8	64	2885.12	1314.95	3793796.71
15	27.4	32	882.28	1314.95	1160156.58
Total			11559.36		Rp 14,193,404.47

Dari tabel diatas terlihat bahwa total momen jarak perpindahan untuk 1 bulan produksi adalah 11.559,36 meter dan total OMH 1 bulan produksi adalah Rp. 14.193.404,47.

Perancangan *Layout* Algoritma *Differential Evolution*

Berikut ini merupakan tabel material Flows dan tabel specification pada lantai produksi gudang 7 dapat dilihat pada tabel 10 dan tabel 11.

Tabel Material Flows lantai produksi gudang 7

No	From	To	Amount	Cost
1	1	2	191	1024,53
2	1	5	32	1024,53
3	2	3	191	1024,53
4	3	4	96	1024,53
5	5	7	16	1314,95
6	7	8	32	1314,95
7	8	10	32	1314,95
8	10	11	16	1314,95
9	11	9	16	1314,95
10	10	9	16	1314,95
11	6	9	11	1314,95
12	14	9	3	1314,95
13	9	12	64	1314,95
14	12	13	64	1314,95
15	10	15	32	1314,95

Tabel Specification lantai Produksi gudang 7

No	Area	Minsdie Length
1	37,2	6
2	45,26	6,2
3	162,54	8,6
4	34,1	5,5
5	200,385	7,3
6	34,894	4,78
7	91,25	7,3
8	111,69	7,3
9	105,3	6
10	58,167	5,62
11	115,3786	5,62
12	35,52	4,8
13	94,5	6,3
14	11,28	2,35
15	119	7
16	108,0625	6,65

Analisa Kestabilan Solusi

Analisa kestabilan solusi akan diuji dengan menggunakan 3 data input dengan jumlah pengulangan masing-masing sebanyak 5 kali, yaitu :

1. Alternatif 1 (*Mutation Factor* 0.3 dan *crossover rate* 0.7)
2. Alternatif 2 (*Mutation Factor* 0.7 dan *crossover rate* 0.3 dan,
3. Alternatif 3 (*Mutation Factor* 0.8 dan *crossover rate* 0.5

Analisa ini dilakukan untuk melihat variansi dari solusi yang dihasilkan. Spesifikasi *Software* yang dirancang untuk membantu perhitungan penyelesaian *Layout Algoritma Differential Evolution*, adalah sebagai berikut:

Processor : Inter® Core™2 Duo CPU E8400 @3.00Ghz 2.99Ghz

Memory : 4.00 GB

Operation System : Windows 7 Ultimate

System Type : 32-bit Operation System

Developer : Differential Evolution for Facility Layout (DEFLP)

Nilai Parameter dan Nilai operator genetika yang digunakan adalah :

Maksimum iterasi : 1.000 Iterasi

Jumlah Populasi : 16

Mutation Factor : a. Alternatif 1 = 0.3
b. Alternatif 2 = 0.7
c. Alternatif 3 = 0.8

Crossover Rate : a. Alternatif 1 = 0.7
b. Alternatif 2 = 0.3
c. Alternatif 3 = 0.5

Percobaan ini dilakukan dengan fungsi tujuan yaitu meminimumkan *Ongkos Material Handlin*. Karena hasil dari setiap percobaan berbeda-beda, maka dilakukan perhitungan jumlah replikasi yang dibutuhkan untuk data *input algoritma defferential evolution*. Perhitungan jumlah replikasi yang diperlukan menggunakan *relative error* yang diambil dari Harrell, et.al (2004).

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})s}{\left(\frac{re}{(1+re)}\right)\bar{x}} \right]^2$$

Dengan :

α = Tingkat kesalahan yang diijinkan \rightarrow digunakan 5%

re = Relative error \rightarrow 10%

s = Simpangan baku

\bar{x} = Nilai rata-rata \rightarrow dicoba dengan $n = 5$ replikasi

n' = Jumlah replikasi yang dibutuhkan

Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan jumlah replikasi untuk 3 kali data input dengan jumlah pengulangan masing-masing sebanyak 5 kali, yaitu untuk Alternatif 1, Alternatif 2, dan Alternatif 3.

Hasil Percobaan Data Algoritma Differential Evolution “Alternatif 1”

Replikasi	Waktu Komputasi (detik)	Best Solution (Rp)
1	3.000	8.820.832,25
2	2.412	8.688.560,71
3	2.585	8.473.390,63
4	1.408	8.254.950,2
5	1.358	8.571.500,08
Rata-Rata	2152.6	8.561.846,77
Simpangan Baku	734,53441	215.193,5647
Koefisien Variansi	0,3412313	0,025134013

Hasil Percobaan Data Algoritma Differential Evolution “Alternatif 2”

Replikasi	Waktu Komputasi (detik)	Best Solution (Rp)
1	3.471	8.730.388,56
2	2.622	8.891.768,4
3	1.415	8.845.926,89
4	1.346	8.904.598,51
5	1.316	8.837.348,38
Rata-Rata	2.034	8.842.006,156
Simpangan Baku	972,463624	68.719,77435
Koefisien Variansi	0,47810404	0,007771966

Hasil Percobaan Data Algoritma

Differential Evolution “Alternatif 3”

Replikasi	Waktu Komputasi (detik)	Best Solution (Rp)
1	3343	8.540.532,19
2	2360	8.887.261,15
3	1520	8.307.469,03
4	1346	8.273.260,33
5	1732	8.702.895,63
Rata-Rata	2.060,2	8.542.283,67
Simpangan Baku	813.1833742	260.921,5417
Koefisien Variansi	0,394710889	0,030544706

Rekapitulasi perhitungan jumlah repikasi untuk 3 percobaan diatas adalah

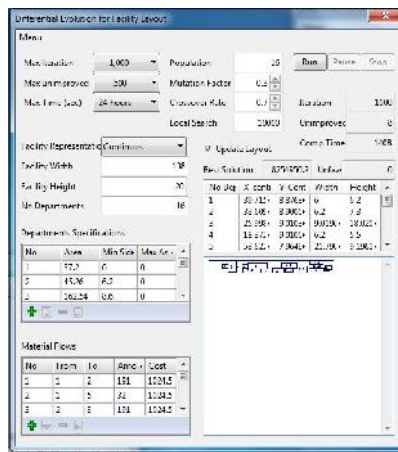
1. Alternatif 1 adalah 0.293644026
2. Alternatif 2 adalah 0.028077558
3. Alternatif 3 adalah 0.433680013

Menunjukkan jumlah replikasi yang dibutuhkan untuk 3 data input yaitu kurang dari lima replikasi, karena $n' < n$ maka n sebanyak 5 replikasi dinyatakan cukup untuk percobaan ketiga data input. Dari seluruh hasil percobaan dengan lima replikasi terlihat bahwa koefisien variansi untuk setiap data input nilainya dibawah 0,1 sehingga dapat disimpulkan bahwa solusi yang dihasilkan dari seluruh percobaan dapat dikatakan stabil.

Analisa Tata Letak Usulan Terbaik Algoritma Differential Evolution

Algoritma differensial evolution dengan software DEFLP menghasilkan tata letak dengan mempertukarkan atau mengubah beberapa departemen. Alternative tata letak yang dihasilkan diperoleh dari total momen perpindahan yang minimal dan OMH yang minimum dengan melakukan beberapa iterasi. Dari hasil pengolahan data dibawah terlihat bahwa OMH lebih kecil dari OMH pada layout awal (dari Rp. 14.193.404,47 menjadi Rp. 8.254.950,2)

Momen perpindahan berbanding lurus dengan biaya OMH yang dikeluarkan perusahaan karena menunjukkan aliran material beserta jarak tempuh dalam perpindahan material antar departemen atau fasilitas. Biaya material handling dapat diminimumkan dengan menyusun lebih dekat departemen-departemen atau fasilitas-fasilitas yang berhubungan, agar perpindahan material pada jarak yang pendek. Selanjutnya dilakukan penyesuaian tata letak agar tata letak yang terpilih dapat menjadi tata letak yang layak untuk diterapkan. Kelayakan ini dapat dilihat dari bentuk area dan kesesuaiannya dengan dimensi serta fasilitas yang terdapat didalamnya. Dan dihitung kembali momen perpindahan serta ongkos material handling.

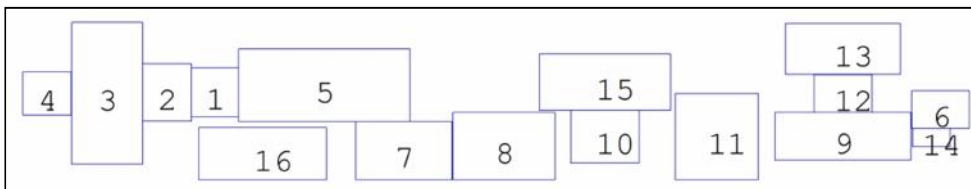


**Input Data Pada Program DEFLP
"Alternatif 1 replikasi ke-4"**

Dari analisa kestabilan solusi yang telah dibahas dimana input data pada program *AlgoritmaDiferensial Evolution* yang diuji menggunakan 3 data input berbeda yaitu Alternatif 1, Alternatif 2 dan Alternatif 3, dengan pengulangan sebanyak 5 kali, didapat *Layout Algoritma Diferensial Evolution* yang paling optimum. Layout yang paling optimum terdapat pada hasil *Algoritma Diferensial Evolution* yang ke-4 untuk Alternatif 1 yang lebih optimum dari data inputan lain. Dimana.

- iterasi = 1000 kali
- unimprovec = 8 kali
- waktu = 1408 detik,
- best solution = Rp. 8.254.950,2.

Sehingga dengan menggunakan *AlgoritmaDiferensial Evolution* mendapatkan biaya atau ongkos material handling Rp. 8.254.950,2 sehingga hasil tersebut lebih optimum 55.8% dari biaya sebelumnya yaitu sebanyak Rp. 14.193.404,47. Untuk data inputan program dapat dilihat pada gambar dibawah.



**.Layout Hasil Software DEFLP
"Alternatif 1 replikasi ke-4"**

Hasil Algoritma Differential Evolution
“Alternatif 1 replikasi ke-4”

Differential	Evolution	for	solving	facility
Computation	effort			
Number	of	iterations:	1000	
Total	computation	time:	1408	
Best	layout	solution		
No,	X-coordinate,	Y-cordinate,	Width,	Height
1,	39.71523179,	8.876357311,	6,	6.2,
2,	33.60944548,	8.90003357,	6.2,	7.3,
3,	25.99801963,	9.010332682,	9.019644765,	18.02066536,
4,	18.37282327,	9.010086367,	6.2,	5.5,
5,	53.62213575,	7.964990418,	21.79001892,	9.196182928,
6,	131.9308115,	11.06554399,	7.3,	4.78,
7,	63.73554479,	16.28183643,	12.27084262,	7.436327142,
8,	76.45691176,	15.71003269,	13.01758171,	8.579934619,
9,	119.5317905,	14.47305934,	17.32987075,	6.07621381,
10,	89.28034986,	14.52295337,	8.689584796,	6.693875642,
11,	103.498845,	14.51278531,	10.51340312,	10.97442937,
12,	119.5315103,	9.026590258,	7.393334758,	4.804327298,
13,	119.5307213,	3.39615193,	14.63983428,	6.454991099,
14,	130.7646046,	14.63348186,	4.8,	2.35,
15,	89.27875878,	7.606222297,	16.66811121,	7.139381212,
16,	45.78475295,	16.675,	16.25,	6.65,

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. *Layout* awal tata letak fasilitas produksi gudang 7 PT. Mulcindo masih dapat dioptimalkan lagi dengan membuat layout usulan menggunakan algoritma *differential evolution*.
2. Layout usulan yang dihasilkan oleh algoritma *differential evoluion* yang menggunakan 3 alternatif dan dari 3 alternatif tersebut masing-masing dibuat dalam 5 kali replikasi berbeda, dengan biaya optimum dari 3 alternatif tersebut sebagai berikut.
 1. Alternatif 1 : Rp. 8.254.950,2 (Replikasi Ke-4)
 2. Alternatif 2 : Rp. 8.730.388,56 (Replikasi Ke-1)
 3. Alternatif 3 : Rp. 8.273.260,33 (Replikasi Ke-4)

Dengan demikian ongkos material handling yang paling optimum adalah pada Alternatif 1 Replikasi ke-4 yaitu Rp. 8.254.950,2-per bulan, sehingga lebih optimum dari OMH awal yaitu Rp. 14.792.360,-per bulan, dengan persentase 55.8%.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pihak perusahaan harus memperhatikan penempatan mesin-mesin yang tidak dipakai untuk pemanfaatan area gudang yang lebih optimal.
2. Penelitian ini harus dikembangkan untuk menganalisa keseluruhan produk yang diproduksi pada gudang tujuh sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Armour, C. C. and Buffa, E. S. A heuristic algorithm and simulation approach to relative location of facilities. *Mathematical Science*, 1963, 9, 294-309.

- Feoktistov, V. (2006). *Differential Evolution: In Search of Solutions. Springer Optimization and Its Applications*, Vol.5. Springer, New York.
- Francis R, L., Mc.Ginnis L, F. & White J, A. 2000. *Facility Layout and Location, an Analytical Approach.2 Jersey. Nd edition*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New
- Harrell, Dr.Charles,et.al. 2004. *Simulation Using ProModel*. McGraw-Hill, Inc. New York
- Muther R. 1955. *Practical Plant Layout*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Paillin, Daniel Bunga. 2013. *Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Algoritma CRAFT dalam Meminimumkan Ongkos Material Handling dan Total Momen Jarak Perpindahan (Studi Kasus PT. Grand Kartect Jakarta)*. E-Jurnal. Ambon: Fakultas Teknik Universitas Pattimura. Jurnal Metris, Vol 14 No 2. Hal 73-82
- Price, K.V., Storn, R.M., dan Lampinen, J.A. (2005). *Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization. Natural Computing Series. Springer-Verlag, Berlin*.
- Storn, R., dan Price, K. (1997). *Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces. Journal of Global Optimization*, Vol.11, pp.341-359. *Kluwer Academic Publishers*.