

Rancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Produk Rehabilitasi dengan Algoritma Genetika

Studi Kasus PT Shima Prima Utama

Steaven Leonardo Chandra
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Katolik Musi Charitas
steavenleonardo98@gmail.com

Theresia Sunarni
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Katolik Musi Charitas
t_sunarni@ukmc.ac.id

Kristoforus Jawa Bendi
Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Katolik Musi Charitas
kristojb@ukmc.ac.id

Dominikus Budiarto
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Katolik Musi Charitas
d_budiarto@ukmc.ac.id

Abstrak - Tata letak fasilitas produksi memiliki dampak yang sangat penting dan saling keterkaitan antara fasilitas yang satu dengan lainnya guna menunjang kelancaran dari proses produksi. Seringkali masalah terbesar dalam sistem produksi disebabkan oleh penanganan bahan yang tidak sistematis. Dalam penelitian ini, kami mencoba menerapkan algoritma genetika dalam mendapatkan rancangan tata letak fasilitas (mesin) secara optimal. Input dari penelitian ini diantaranya berupa nomor mesin, masing-masing dimensi mesin, urutan mesin di setiap bagian, volume produksi di masing-masing bagian, dan frekuensi aliran di setiap bagian. Output dari penelitian ini adalah tata letak mesin dengan total biaya aliran minimum. Penelitian ini memecahkan kasus pada fasilitas produksi produk rehab di PT Shima Prima Utama yang terdiri dari 16 mesin dan 29 komponen. Hasil penelitian pada kasus ini adalah didapatkan urutan penempatan mesin optimal yakni 13, 3, 9, 15, 6, 10, 2, 12, 8, 16, 7, 1, 11, 5, 14 dan 4 dengan total biaya aliran 197.434.

Kata kunci - tata letak fasilitas, algoritma genetika, ongkos perpindahan material, pendekatan heuristik.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perancangan tata letak fasilitas mempertimbangkan masukan-masukan yang tepat dalam perubahan susunan fasilitas yang mungkin, jarak dan waktu perpindahan bahan, waktu tunggu, kemampuan mesin, jumlah mesin yang dibutuhkan, dan keluaran-keluaran yang diinginkan. Aliran bahan merupakan inti dari proses produksi yang ekonomis. Dengan

kata lain, perancangan tata letak fasilitas yang baik dapat mengefisienkan jarak dan ongkos perpindahan material. Perancangan tata letak fasilitas ini akan dilakukan di lantai produksi produk rehabilitasi PT Shima Prima Utama. Perancangan tersebut perlu dilakukan karena rancangan tata letak pada PT Shima Prima Utama yang ada saat ini tidak mempertimbangkan hubungan kedekatan fasilitas satu dengan fasilitas lainnya. terdapat aliran proses produksi yang bolak balik di lantai produksi produk rehabilitasi PT Shima Prima Utama sehingga mengakibatkan perpindahan material dengan jarak tempuh yang cukup jauh. Hal ini menyebabkan ongkos perpindahan material menjadi lebih tinggi.

Permasalahan tata letak lantai produksi produk rehabilitasi PT Shima Prima Utama dapat diselesaikan dengan menggunakan Algoritma Genetika. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Sahdar Rajak [8] yang melakukan penelitian untuk mengatasi permasalahan keterlambatan dalam proses produksi dikarenakan jarak perpindahan bahan pada proses produksi yang tinggi. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nur Ulfaida Nasmar [6] dengan mengaplikasikan algoritma genetika untuk penyelesaian concentration location problem. Selain itu Hari Purnomo dan Kusumadewi [7] juga melakukan penelitian mengenai algoritma genetika untuk menentukan tata letak mesin guna mendapatkan total flow cost yang minimum. Maricar G. Misola dan Bryan B. Navarro [5] mengajukan penelitian serupa dengan menggunakan algoritma genetika dalam mendapatkan rancangan tata letak fasilitas yang optimal. Pada PT Shima Prima Utama sendiri telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan algoritma genetika oleh Ernawati [3] untuk menentukan rancangan tata letak usulan pada bagian

welding hospital sedangkan penelitian ini dilakukan pada area produksi produk rehabilitasi. Pendekatan algoritma genetika pada penelitian ini terdiri dari enam tahapan diantaranya pembentukan populasi, seleksi individu induk, persilangan (crossover), mutasi, elitisme dan perulangan. Pemilihan pendekatan ini dilakukan dikarenakan fasilitas-fasilitas yang ada di produk rehabilitasi cukup banyak dan produk yang diproduksi bervariasi sehingga pendekatan algoritma genetika tepat untuk permasalahan pada tata letak fasilitas lantai produksi produk rehabilitasi PT Shima Prima Utama. Hasil penelitian mengetahui posisi baru dalam tata letak fasilitas pabrik yang baik dan benar guna mengoptimalkan jalur proses produksi dan mengurangi proses jarak perpindahan bahan (material handling).

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Perancangan Tata Letak Pabrik

Menurut Aqil [1] tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Tujuan perencanaan dan pengaturan tata letak pabrik adalah untuk menaikkan output produksi, mengurangi waktu tunggu (delay), mengurangi proses perpindahan bahan (material handling), penghematan penggunaan area untuk produksi, gudang, dan service, pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya; mengurangi inventory in-process; proses manufaktur lebih singkat; mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator; memperbaiki moral dan kepuasan kerja; mempermudah aktivitas supervisi mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran; dan mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi.

1.2.2 Perpindahan Material

Pengertian perpindahan material berdasarkan adalah seni dan ilmu yang meliputi penanganan (handling), perpindahan (moving), pembungkusan (packing), penyimpanan (storing), sekaligus pengendalian dan pengawasan (controlling) dari bahan atau material dengan segala bentuknya [9]. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam perhitungan perpindahan material antara lain jarak angkut, frekuensi angkut dan biaya angkut. Jarak angkut berdasarkan rectilinear didapatkan dengan rumus sebagai berikut.

$$d_{ij} = |(x_i - x_j) + (y_i + y_j)| \quad (1)$$

1.2.3 Konsep Dasar Algoritma Genetika

Menurut Purnomo [7], Algoritma genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Keberagaman pada evolusi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Variasi kromosom ini akan mempengaruhi laju reproduksi dan tingkat kemampuan organisme untuk tetap hidup. Secara sederhana algoritma genetika terdiri-dari langkah-langkah sebagai berikut.

1. Generasi=0 (generasi awal).
2. Inisialisasi populasi awal, P(generasi), secara acak.
3. Evaluasi nilai fitness pada setiap individu dalam P(generasi).
4. Kerjakan langkah-langkah berikut hingga generasi mencapai maksimum generasi:
 - a) Generasi = generasi+1 (tambah generasi).
 - b) Seleksi populasi tersebut untuk mendapatkan kandidat induk, P'(generasi).
 - c) Lakukan crossover pada P'(generasi).
 - d) Lakukan mutasi pada P'(generasi); mutasi ini bersifat optional.
 - e) Lakukan evaluasi fitness setiap individu pada P'(generasi).
 - f) Bentuk populasi baru: $P(\text{generasi}) = \{P(\text{generasi}-1) \text{ yang survive}, P'(\text{generasi})\}$

1.2.4 Menentukan Populasi Awal dan Nilai Fitness

Populasi awal pada algoritma genetika adalah sekumpulan individu yang dipilih dengan dua cara yaitu dengan memilih individu secara acak, atau dengan membimbing populasi awal ke suatu keadaan yang lebih mengarah ke pemecahan masalah [2].

1.2.5 Seleksi Individu Induk

Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang memiliki fitness tinggi untuk melakukan reproduksi. Metode seleksi yang digunakan adalah metode roda roulette. Algoritma seleksi dengan roda roulette dapat dilihat pada penjelasan berikut ini [7].

1. Hitung total fitness (F):
 $TotFitness = \sum F_k; k=1,2,\dots,popsiz$
2. Hitung fitness relatif tiap individu:
 $p_k = F_k / TotFitness$
3. Hitung fitness kumulatif:
 $q_1 = p_1$
 $q_k = q_{k-1} + p_k; k=2,3,\dots,popsiz$
4. Pilih induk yang akan menjadi kandidat untuk di-crossover dengan cara:

Bangkitkan bilangan random r.

Jika $q_k \leq r$ dan $q_{k+1} > r$, maka pilih kromosom ke (k+1) sebagai kandidat induk.

1.2.6 Pindah Silang (Crossover)

Crossover (pindah silang) dilakukan atas 2 kromosom untuk menghasilkan kromosom anak (offspring). Kromosom anak yang terbentuk akan mewarisi sebagian sifat kromosom induknya. Metode crossover yang akan digunakan untuk kasus ini adalah metode Partial-Mapped Crossover atau PMX [4].

Berikut contoh melakukan persilangan (crossover) menggunakan metode PMX.

1. Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak
 Induk 1 : 1 2 | 3 4 5 6 | 7 8 9
 Induk 2 : 5 4 | 6 9 2 1 | 7 8 3
2. Tukar substring diantara induk
 Protochild 1 : 1 2 | 6 9 2 1 | 7 8 9
 Protochild 2 : 5 4 | 3 4 5 6 | 7 8 3
3. Menentukan hubungan mapping
 | 6 9 2 1 |
 | 3 4 5 6 |
 Hasil mapping
 1 – 6 – 3
 2 – 5
 9 – 4
4. Menentukan kromosom keturunan mengacu pada hubungan mapping
 Offspring 1 : 3 5 | 6 9 2 1 | 7 8 4
 Offspring 2 : 2 9 | 3 4 5 6 | 7 8 1

1.2.7 Mutasi

Mutasi mencegah kehilangan total materi genetika setelah reproduksi dan pindah silang. Mutasi ini berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inialisasi populasi [5]. Teknik mutasi yang digunakan adalah swap mutation. Ilustrasi berikut ini menunjukkan contoh penggunaan swap mutation.

- Sebelum mutasi
 Offspring : 5 3 8 1 6 7 4 2 9
- Setelah mutasi
 Offspring : 5 7 8 1 6 3 4 2 9

1.2.8 Elitisme

Proses seleksi dilakukan secara random sehingga tidak ada jaminan bahwa suatu individu yang bernilai fitness tertinggi akan selalu dipilih. Walaupun individu bernilai fitness tertinggi dipilih, mungkin saja individu tersebut akan rusak karena proses pindah silang. Oleh karena itu, untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa kopinya, prosedur ini dikenal sebagai elitisme [3].

1.2.9 Perulangan

Tahapan diatas, yaitu: seleksi orang tua, penyilangan, mutasi, dan elitisme dilakukan berulang sehingga ditemukannya kondisi terminasi. Kondisi terminasi yang dimaksud adalah berhenti pada generasi tertentu, yaitu saat populasi awal diubah menjadi populasi baru sebanyak jumlah generasi, berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai fitness tertinggi tidak berubah, berhenti bila dalam n generasi berikut tidak didapat nilai fitness yang lebih tinggi [8].

1.3. Metodologi Penelitian

Kerangka konsep penelitian kuantitatif [10] dijabarkan sebagai berikut:

a. Input

Input yang digunakan berupa layout lokasi produksi produk rehab, jumlah mesin, dimensi mesin (panjang, lebar), frekuensi aliran material, jenis komponen dan mesin yang digunakan setiap komponen. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara dan observasi secara langsung.

b. Proses

1. Mencari nilai fitness untuk digunakan pada tahap berikutnya dengan menggunakan seleksi roda roulette.
2. Menghasilkan kromosom baru dari proses 2 kromosom dengan metode crossover PMX.
3. Mutasi dilakukan dengan menggunakan swap mutation.
4. Melestarikan nilai terbaik dan mengulangi proses sebanyak 10 generasi.

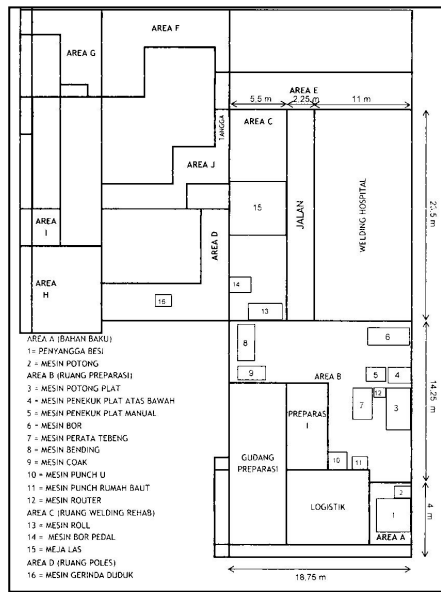
c. Output

Output yang didapatkan berupa urutan susunan mesin dan jarak perpindahan bahan secara optimal dari hasil tata letak fasilitas yang diinginkan secara baik.

2. PEMBAHASAN

2.1 Data Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung ke PT Shima Prima Utama. Data yang diperoleh adalah data tata letak awal lantai produksi, data produk/komponen yang diproduksi, urutan proses, jumlah produksi, mesin yang digunakan, jumlah mesin, dan data ukuran mesin/fasilitas. Penelitian membahas produk rehabilitasi berupa kursi roda. Tata letak lantai produksi PT Shima Prima Utama ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata Letak Awal Lantai Produksi PT Shima Prima Utama

Selanjutnya pada Tabel 1 menunjukkan data ukuran mesin atau fasilitas, Tabel 2 data urutan proses produksi serta jumlah produksi kursi roda selama 1 tahun pada PT Shima Prima Utama.

TABEL 1. Data Ukuran Mesin / Fasilitas Untuk Frame Kursi Roda

Kode Mesin	Nama Mesin	Dimensi (cm)		Jumlah Mesin	Luas Total (m ²)	Luas Total (m ²)
		Panjang	Lebar			
1	Meja Pemvangan Besi	600	105	1	253000	1
2	Mesin Potong	68	92	1	25024	2
3	Mesin Potong Plat	295	110	2	259600	3
4	Mesin Penekuk Plat AB	168	105	1	70560	4
5	Mesin Penekuk Plat Manual	88	115	1	40480	5
6	Mesin Bor	110	90	6	237600	6
7	Mesin Perata Tebeng	250	100	1	100000	7
8	Mesin Bending	270	70	1	75600	8
9	Mesin Coak	190	50	1	38000	9
10	Mesin Punch U	60	85	1	20400	10
11	Mesin Punch Rumah Baut	45	75	1	13500	11
12	Mesin Router	50	45	1	9000	12
13	Mesin Roll	207	80	1	66240	13
14	Mesin Bor Pedal	106	72	1	30528	14
15	Meja Las	130	85	7	309400	15
16	Mesin Gerinda Duduk	50	17	4	13600	16

TABEL 2. Tata Urutan Proses Produksi dan Jumlah Produksi Produk Kursi Roda

Nomor Komponen	Urutan	Jumlah Produksi	Nomor Komponen	Urutan	Jumlah Produksi
1	2-9-4-16	435	16	2-9-16	1990
2	2-5-6-16-4	870	17	2-9-8-6-10-11	1990
3	2-16-6	870	18	2-6	1990
4	2-9-8-6-10	870	19	2-9-8-6-12-2	1990
5	2-9-8-6-12-2	870	20	2-9-8-6-16	995
6	2-9-8-6-16	870	21	2-9-10-6	995
7	2-9-10-6	435	22	2-9-6-16	1990
8	2-16-12	870	23	2-5-4-16-4	995
9	2-9-6	435	24	2-8-9	1990
10	2-16	870	25	2-16	995
11	2-16-6	435	26	2-16-10	995
12	2-16-6	435	27	2-16-10	1990
13	2-9-8-11	870	28	2-9-8-11	1990
14	2-16-12	870	29	2-16-12	1990
15	2-16-12	870			

2.2 Penentuan Frekuensi dan Jarak Perpindahan

Frekuensi perpindahan material antar mesin diperoleh dari total volume dibagi kapasitas sekali angkut. Pada PT Shima Prima Utama, kapasitas angkut sebesar 100 unit. Frekuensi perpindahan ditunjukkan pada Tabel 3 dan Jarak perpindahan pada Tabel 4.

TABEL 3. Frekuensi Perpindahan Material

To From	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	19	20	0	20	168	0	0	0	0	0	0	0	102	329
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	29	0	0	0	0	0	53
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	76	0	0	0	20	0	29	0	0	0	0	0	125
9	0	0	0	0	0	29	0	105	0	15	0	0	0	0	0	0	20	169
10	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	19	0	17	0	0	30	0	46	0	0	0	0	0	112
Total	0	29	0	19	19	176	0	125	188	74	49	75	0	0	0	0	175	929

TABEL 4. Jarak Perpindahan Part Pada Mesin atau Fasilitas

To From	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
1	3,35	8,3	12,4	16,9	19,7	10,6	28,5	26,8	11,1	12,7	14	29,9	35,8	42	36,1	308,2	308,2
2	6,2	9,1	13,5	16,3	7,2	25,2	23,5	7,8	9,3	10,7	26,5	32,5	38,7	32,7	27,8	225,2	262,6
3	8,3	6,2	4,1	8,6	11,3	9,2	20,2	18,5	10,5	12,1	5,7	21,5	27,5	33,7	27,8	225,2	225,2
4	12,4	9,1	4,1	4,5	7,2	12	16,1	15	13,3	15	6,6	17,4	23,4	29,6	23,7	209,4	209,4
5	16,9	13,5	8,6	4,5	23,7	6	7,7	11,7	10,6	9	10,6	2,9	13	18,9	25,1	82,7	82,7
6	19,7	16,3	11,3	7,2	23,7	13,7	14,1	16,6	15	16,6	8,2	10,2	16,2	22,4	16,4	227,6	227,6
7	10,6	7,2	9,2	12	6	13,7	18	16,3	1,3	3	5,4	19,3	25,2	31,4	25,5	204,1	204,1
8	28,5	25,2	20,2	16,1	7,7	14,1	18	2,5	17,4	15,9	14,5	7,3	7,3	13,5	7,5	215,7	215,7
9	26,8	23,5	18,5	15	11,7	16,6	16,3	2,5	15,7	14,2	12,8	9,8	9	15,2	9,2	216,8	216,8
10	11,1	7,8	10,5	13,3	10,6	15	1,3	17,4	15,7	1,6	6,8	18,7	24,7	30,9	24,9	210,3	210,3
11	12,7	9,3	12,1	15	9	16,6	3	15,9	14,2	1,6	8,4	17,2	23,1	29,3	23,4	210,8	210,8
12	14	10,7	5,7	6,6	10,6	8,2	5,4	14,5	12,8	6,8	8,4	15,8	21,8	28	22,1	191,4	191,4
13	29,9	26,5	21,5	17,4	2,9	10,2	19,3	7,3	9,8	18,7	17,2	15,8	6	12,2	6,2	220,9	220,9
14	35,8	32,5	27,5	23,4	13	16,2	25,2	7,3	9	24,7	23,1	21,8	6	6,4	2,3	274,2	274,2
15	42	38,7	33,7	29,6	18,9	22,4	31,4	13,5	15,2	30,9	29,3	28	12,2	6,4	8,7	360,9	360,9
16	36,1	32,7	27,8	23,7	25,1	16,4	25,5	7,5	9,2	24,9	23,4	22,1	6,2	2,3	8,7	291,6	291,6
Total	308,2	262,6	225,2	209,4	182,7	227,6	204,1	215,7	216,8	210,3	210,8	191,4	220,9	274,2	360,9	291,6	3812,3

Nilai fitness didapatkan dengan menjumlahkan perkalian antara jarak, frekuensi dan biaya perpindahan material. Diasumsikan biaya untuk perpindahan material per 1 m adalah 5 detik sehingga biaya perpindahan material per meter Rp 23,-

TABEL 5. Nilai Fitness Layout Awal

To From	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2899,5	2938	0	1392	9084	0	0	0	0	0	0	0	0	7674,2	18280,7
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	10356,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10356,9
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10005	0	5469,4	0	0	0	0	19991,6	35466
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	24646,8	0	0	1150	0	10695,3	0	0	0	0	0	0	36462,1
9	0	0	0	0	0	11072,2	0	6037,5	0	5416,5	0	0	0	0	0	0	4232	26758,2
10	0	0	0	0	0	5178	0	0	0	736	0	0	0	0	0	0	0	5911
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	7136,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7136,9
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	10356,9	0	6412,4	0	0	0	17181	0	23381,8	0	0	0	0	57332,1
Total	0	7136,9	0	10356,9	5899,5	65161,3	0	17629,5	91954	32602,5	11341,3	28851,2	0	0	0	0	108997,8	363.677,9

Dari hasil perhitungan nilai fitness maka didapatkan fitness dari layout awal sebesar 363.677.

2.3 Perancangan Tata Letak dengan Algoritma Genetika

Tahapan yang dilakukan dalam perancangan tata letak dengan algoritma genetika adalah:

1. Menentukan populasi awal

Populasi awal ditentukan secara random dengan membangkitkan angka random sejumlah jumlah mesin yang ada yakni sebanyak 16 buah. Jumlah individu yang dibangkitkan adalah sejumlah 10 buah individu.

TABEL 6. Populasi Awal Dengan Bilangan Random

Individu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	5	6	9	8	4	12	1	10	3	13	2	14	16	7	15	11
II	1	11	3	2	15	12	13	8	10	4	6	16	9	5	7	14
III	5	10	6	8	4	14	16	15	11	9	7	3	12	13	1	2
IV	9	3	5	12	1	4	6	8	14	7	2	15	13	11	10	16
V	12	16	15	8	1	13	9	7	10	4	14	6	3	5	2	11
VI	3	14	10	11	1	8	7	6	15	16	9	12	13	5	4	2
VII	10	6	8	9	13	14	11	16	5	12	1	15	7	2	4	3
VIII	11	7	8	13	10	12	4	14	3	5	9	15	2	1	16	6
IX	13	3	9	15	6	10	2	12	8	16	7	1	11	5	14	4
X	1	11	9	8	12	6	13	5	2	14	15	4	10	16	7	3

TABEL 7. Biaya Perpindahan Material Pada Populasi Awal

Individu	Representasi Individu											Nilai Fitness	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif					
I	5	6	9	8	4	12	1	10	3	13	2	14	16	7	15	11	287.825	0,0987	0,0987
II	1	11	3	2	15	12	13	8	10	4	6	16	9	5	7	14	308.722	0,1059	0,2046
III	5	10	6	8	4	14	16	15	11	9	7	3	12	13	1	2	303.770	0,1042	0,3088
IV	9	3	5	12	1	4	6	8	14	7	2	15	13	11	10	16	372.936	0,1278	0,4366
V	12	16	15	8	1	13	9	7	10	4	14	6	3	5	2	11	305.575	0,1056	0,5422
VI	3	14	10	11	1	8	7	6	15	16	9	12	13	5	4	2	262.866	0,0901	0,6323
VII	10	6	8	9	13	14	11	16	5	12	1	15	7	2	4	3	300.145	0,1030	0,7353
VIII	11	7	8	13	10	12	4	14	3	5	9	15	2	1	16	6	331.327	0,1136	0,8489
IX	13	3	9	15	6	10	2	12	8	16	7	1	11	5	14	4	399.289	0,0676	0,9166
X	1	11	9	8	12	6	13	5	2	14	15	4	10	16	7	3	243.007	0,0834	1,0000
																	3.115.462		

2. Seleksi Individu Induk (Parental)

Penyeleksian individu dilakukan dengan membangkitkan 2 bilangan random untuk memilih individu induk (parental). Penyeleksian dilakukan dengan menggunakan metode roulette wheel. Dari hasil pembangkitan bilangan parental yang terpilih adalah 0,268 dan 0,610 sehingga parental yang terpilih adalah individu III dan individu VI.

Individu III : 5 10 6 8 4 14 16 15 11 9 7 3 12 13 1 2

Individu VI : 3 14 10 11 1 8 7 6 15 16 9 12 13 5 4 2

3. Persilangan (Crossover)

Persilangan dilakukan dengan metode partial mapped cross over (PMX) dengan menggunakan bantuan dari bilangan random. Bilangan random diacak sejumlah fasilitas yang ada yakni 16 buah sebanyak dua kali yang bertujuan untuk menentukan 2 buah substring. Pada persilangan kali ini, bilangan random yang muncul adalah bilangan random 5 dan 12, yang menjadi substring pada persilangan berikut ini.

Individu III: 5 10 6 8| 4 14 16 15 11 9 7 3| 12 13 1 2

Individu VI : 3 14 10 11| 1 8 7 6 15 16 9 12| 13 5 4 2

Setelah posisi substring ditentukan, maka dilakukan pertukaran substring diantara kedua induk menjadi seperti berikut ini.

Individu III: 5 10 6 8| 4 8 7 6 15 16 9 12| 12 13 1 2

Individu VI : 3 14 10 11| 1 14 16 15 11 9 7 3| 13 5 4 2

Karena, terdapat jenis mesin yang kembar dalam satu individu, maka dilakukan penentuan hubungan dengan cara pemetaan (mapping) seperti berikut ini.

Individu III : 8 7 6 15 16 9 12

Individu VI : 14 16 15 11 9 7 3

Hubungan pemetaan : 8-14, 7-16-9, 6-15-11, 12-3

Sehingga didapatkan kromosom keturunan yang mengacu pada hubungan mapping seperti berikut ini.

Individu III : 5 10 11 14 4 8 7 6 15 16 9 12 3 13 1 2

Individu VI : 12 8 10 6 1 14 16 15 11 9 7 3 13 5 4 2

4. Mutasi (Mutation)

Mutasi dilakukan dengan metode swap mutation dengan menggunakan dua buah bilangan random untuk setiap individu anak dalam menentukan jenis mesin yang ditukarkan. Bilangan random yang dipilih untuk dilakukan mutasi adalah pada individu III yaitu 5 dan 14. Pada individu VI yaitu 2 dan 7.

Individu III : 5 10 11 14 4 8 7 6 15 16 9 12 3 13 1 2

Individu VI : 12 8 10 6 1 14 16 15 11 9 7 3 13 5 4 2

Setelah dilakukan mutasi maka didapatkan hasil seperti berikut ini.

Individu II : 5 10 11 14 13 8 7 6 15 16 9 12 3 4 1 2

Individu VI : 12 16 10 6 1 14 8 15 11 9 7 3 13 5 4 2

Penentuan nilai fitness dari individu III dan individu VI setelah dilakukannya persilangan dan mutasi adalah individu III sebesar 271.837 dan individu VI sebesar 324.351. Karena individu yang memiliki nilai fitness lebih kecil adalah individu III, maka pada perulangan 1 individu III adalah individu terpilih.

5. Perulangan

Perulangan dilakukan terus menerus sampai didapatkan individu anak yang lebih baik. Perulangan yang dilakukan pada saat ini adalah dengan melakukan perulangan sebanyak 10 kali. Setelah direkapitulasi keseluruhan individu terpilih dari masing-masing perulangan (elitisme), maka hasil rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini.

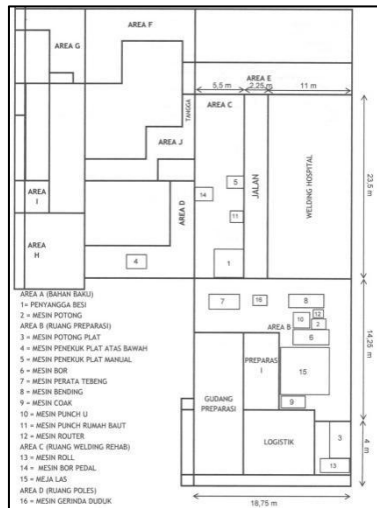
TABEL 8. Rekapitulasi Nilai Fitness Terbaik Keseluruhan Perulangan

Generasi	Nilai Fitness Terbaik	Individu Terpilih
1	271.837	III
2	298.814	V
3	327.646	I
4	332.280	VIII
5	197.434	IX
6	365.553	X
7	372.105	VI
8	339.204	II
9	383.381	IV
10	354.221	VII

Dari hasil rekapitulasi diatas dapat dilihat bahwa nilai fitness terbaik diperoleh pada generasi ke-5 pada individu ke-9 yakni sebesar 197.434. Maka dari itu pengaturan tata letak usulan akan mengikuti urutan kromosom dari individu ke-9 pada generasi ke-5.

Tata Letak Usulan Lantai Produksi PT Shima Prima Utama

Tata letak lantai produksi PT Shima Prima Utama ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Tata Letak Usulan Lantai Produksi PT Shima Prima Utama

2. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan tata letak yang telah dilakukan maka diperoleh simpulan yakni total biaya perpindahan material mengalami penurunan, yaitu sebesar Rp 166.243 per bulan atau 45,71%. Penurunan total perpindahan material tersebut didapat dari total biaya perpindahan pada tata letak awal yaitu sebesar Rp 363.677 per bulan dan Rp197.434 per bulan pada tata letak usulan. Dengan penurunan biaya perpindahan material tersebut dapat disimpulkan bahwa rancangan tata letak usulan tersebut dapat diterapkan pada PT Shima Prima Utama.

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan bagian dari penelitian terapan yang dibiayai oleh DRPM, Dirjen Penguatan dan Pengembangan, Kemenristekdikti dengan Nomor Kontrak 19/II/BI-PN1009/4/19. Terima kasih kami ucapkan kepada Kemenristekdikti atas hibah penelitian ini, kepada para kolega Universitas Katolik Musi Charitas, dan mahasiswa peserta mata kuliah Perancangan Tata Letak dan Fasilitas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aqil, Abdul Wahab. 2010. Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Blocplan : Studi Kasus Industri Kecil Tahu Sumber Rejeki Sukoharjo. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[2] Carwoto. 2007. Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Penempatan

Kapasitor Shunt pada Penyulang Distribusi Tenaga Listrik. Makalah disajikan dalam Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume XII, STMIK ProVisi Semarang, Semarang, 2 Juli.

[3] Ernawati. 2008. Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Welding Furniture Dengan Pendekatan Genetic Algorithm : Studi Kasus Pada PT Shima Prima Utama. Palembang : Sekolah Tinggi Teknik Musi.

[4] Melvani, Sri Hardi. 2014. Analisis Mapping Pada Partially Mapped Cross Over Dalam Algoritma Genetika Pada Travelling Salesman Problem. Makalah disajikan dalam TECHSI Vol 4. Nomor 1 2014, Universitas Sumatera Utara, Medan, 1 April.

[5] Misola, Maricar G.. 2013. Optimal Facility Layout Problem Solution Using Genetic Algorithm. Makalah disajikan dalam Engineering and Technology International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering Vol:7, No:8, 2013.

[6] Nasmar, Nur Ulfaida. 2016. Aplikasi Optimalisasi Tata Letak Dengan Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Concentration Location Problem. Makassar : UIN Alauddin Makassar.

[7] Purnomo, Hari. 2005. Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Penentuan Tata Letak Mesin. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

[8] Rajak, Sahdar. 2018. Optimasi Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Algoritma Genetika. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

[9] Wignjosoebroto, Sritomo. 2009, Tata Letak Pabrik dan Pindahkan Bahan. Surabaya : Guna Widya

[10] Dwipriyoko, E., Bon, A. T. B., & Sukono, F. (2019), Enterprise Architecture Planning as New Generation Cooperatives Research Methods, Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1179, No. 1, p. 012094), IOP Publishing.