

Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik untuk Minimasi Jarak Perpindahan Material Menggunakan Algoritma Genetika di PT JKL

Tiaradia Ihsan¹, Rendiyatna Ferdian^{2*}, Didit Damur Rochman³, dan Asep Anwar⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama

Jl. Cikutra No. 204A, Cibeunying Kidul, Bandung 40125

Email: tiaradia.ihsan@widyatama.ac.id, rendiyatna.ferdian@widyatama.ac.id*, diditdr@widyatama.ac.id, asep.anwar@widyatama.ac.id

Abstrak

PT JKL merupakan produsen jamu dengan berbagai jenis sediaan yang mempunyai misi untuk memproduksi dan mendistribusikan produknya secara luas di Indonesia. Dalam aktivitas produksi didapati bahwa perpindahan material yang terjadi di proses produksi PT JKL cukup panjang. Jarak perpindahan material saat ini sebesar 1902,875 meter, kondisi ini disebabkan banyaknya departemen yang saling berjauhan dan berdampak pada tidak tercapainya target produksi. Penelitian ini melakukan perancangan ulang tata letak pabrik PT JKL dengan menggunakan algoritma genetika, dengan tujuan untuk minimasi total jarak tempuh perpindahan material. Algoritma genetika bekerja dengan cara bergerak dari satu populasi ke populasi lain untuk mencari nilai optimal dengan tiga tahapan utama yaitu seleksi, crossover, dan mutasi. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, perancangan ulang dengan menggunakan algoritma genetika berhasil meningkatkan efisiensi perpindahan material sebesar 18,62% dan memberikan penambahan lokasi gudang barang jadi sebagai tempat penyimpanan barang untuk meminimalisir terjadinya kerusakan barang selama proses penyimpanan.

Kata kunci: Tata Letak Pabrik; Algoritma Genetika; Efisiensi

Abstract

PT JKL is an herbal medicine producer with various types of preparations who has a mission to produce and distribute products widely in Indonesia. In production activities it was found that the material movement that occurred in production process was quite long. The current material transfer is 1902,875 meters, this condition is due to the number of departments that are far apart from each other and has an impact on not achieving production targets. This research redesigned the layout of PT JKL's factory using genetic algorithms, with purpose to minimizing the total material movement. Genetic algorithms work by moving from one population to another to find optimal values with three main stages: selection, crossover, and mutation. Based on the results, redesign using genetic algorithms succeeded in increasing the efficiency of material movement by 18.62% and providing additional finished goods warehouse locations as storage places for goods to minimize the occurrence of damage to goods during the storage process.

Keywords: Factory Layout; Genetic Algorithm; Efficiency

PENDAHULUAN

Jamu merupakan obat tradisional yang sangat populer dikalangan masyarakat Indonesia sebagai obat herbal yang telah dikenal dari zaman dahulu. Jamu terbuat dari campuran rempah-rempah atau tanaman obat alami dan memiliki kekuatan penyembuhan yang signifikan. Perkembangan Jamu di era 1990 hingga 2000an berkembang dari jamu gendong berupa cairan menjadi bermacam macam sediaan seperti bubuk, pil, tablet, dan

kapsul. Strategi tersebut dilakukan untuk menggapai segmen baru yaitu anak-anak dan remaja. Sampai tahun 2023, data menunjukkan di Indonesia terdapat 16 produsen industri jamu yang tercatat secara resmi di Kementerian Perindustrian.

PT JKL merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi jamu modern seperti jamu saset, pil kapsul dan beberapa produk kosmetik. Salah satu kendala yang dihadapi oleh perusahaan yaitu sering mengalami keterlambatan dalam mencapai target produksi. Selain itu, belum tersedianya fasilitas gudang barang jadi mengakibatkan barang diletakan dan ditumpuk di departemen-departemen produksi terakhir serta berpotensi menyebabkan kerusakan barang karena tidak adanya penanganan khusus. Jarak antar departemen juga menjadi salah satu kendala dalam proses produksi, dimana proses transportasi yang dilakukan di dalam pabrik masih cukup tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, jarak yang harus ditempuh dalam satu kali proses produksi rata-rata adalah sebesar 1902,87 meter. Dalam perancangan tata letak fasilitas, aspek-aspek seperti jarak, waktu perpindahan bahan, waktu tunggu, kemampuan mesin, jumlah mesin dan output yang diinginkan dipertimbangkan. Dengan kata lain, proses perancangan tata letak fasilitas yang baik dapat menghasilkan jarak dan ongkos perpindahan material yang lebih efisien (Chandra, Bendi, Sunarni, & Budiarto, 2019)

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas maka dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang usulan perbaikan tata letak fasilitas pabrik PT JKL untuk meminimasi rata-rata total jarak perpindahan barang dalam proses produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma genetika, dimana diharapkan dapat memberikan layout usulan yang mempunyai total jarak lebih pendek dan aliran material yang lebih baik dari kondisi layout saat ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Rochman & Ferdian (2013) dengan judul “Penjadwalan 20 Job 8 Mesin dengan Metode *Genetic Algorithm* (GA)”, melakukan perbaikan penjadwalan produksi di CV Boeing Teknik Mandiri dengan menggunakan Algoritma genetika dan menghasilkan peningkatan efisiensi Cmax dan Fmax sebesar 5,25%, serta Lmax sebesar 106,2%. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Ihsan dan Rochman (2014) dengan judul “Usulan Perancangan Tata Letak Fasilitas Laboratorium dengan Menggunakan Metode *Graph Based Construction* dan Algoritma CORELAP di PT Pertamina EP UBEP Jambi”, menghasilkan rancangan layout usulan dengan menggunakan metode Algoritma CORELAP menghasilkan efisiensi sebesar 25,4% dibandingkan kondisi eksisting.

Suprayogi & Mahmudy (2015) melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Algoritma Genetika *Traveling Salesman Problem with Time Window*: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry”, merancang pemilihan rute pelanggan dengan waktu khusus (*time window*) dengan menggunakan algoritma genetika. Hasil yang didapat adalah penggunaan ukuran generasi, populasi, probabilitas *crossover* dan mutasi, serta metode seleksi yang tepat dapat mengimplementasikan algoritma genetika untuk menyelesaikan permasalahan penentuan rute optimal.

Penelitian Casban & Nelfiyanti (2019) dengan judul “Analisis Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode FTC dan ARC untuk Mengurangi Biaya *Material Handling*”, menunjukkan bahwa dengan menggunakan FTC dan ARC, dapat mengurangi jarak perpindahan material dan biaya sebesar 35,3%. Penelitian Rifai dkk (2023) dengan judul “Perancangan Tata Letak Fasilitas Industri *Bakery* dengan Pendekatan *Model Single Row* dan *Double Row Layout*”, menunjukkan peletakan mesin secara single row dengan Simulated

Annealing (SA) dan Modified Spanning Tree (MST) menghasilkan urutan yang sama, sedangkan layout dengan total jarak perpindahan yang paling rendah adalah dengan menggunakan SA dengan skema double row.

Berdasarkan studi literatur penelitian-penelitian sebelumnya, diketahui bahwa algoritma genetika dapat diterapkan di beberapa masalah dalam sistem produksi baik penjadwalan, penentuan rute, maupun perancangan tata letak fasilitas. Penelitian ini mencoba untuk melakukan perancangan tata letak usulan dengan menggunakan algoritma genetika dengan fungsi tujuan untuk minimasi total jarak perpindahan barang. Dalam penelitian ini digunakan metode *Partial-Mapped Crossover* (PMX) dalam proses persilangannya, hal ini untuk melihat pengaruh penggunaan PMX dalam algoritma genetika.

Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Tata letak merupakan suatu proses perancangan dan pengaturan tata letak fasilitas fisik seperti mesin atau peralatan, lahan, bangunan, dan ruang untuk mengoptimalkan keterkaitan antara pekerja, aliran bahan, aliran informasi dan metode yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan secara efisien, ekonomis, dan aman. Menata tata letak pabrik adalah kegiatan yang berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan dan selalu berhubungan erat dengan industri manufaktur, dan penggambaran hasil rancangan dikenal sebagai tata letak pabrik (Apple, 1990).

Tata letak pabrik diartikan sebagai “Tata cara dalam pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna untuk menunjang proses kelancaran suatu produksi”. Lebih spesifik lagi tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu (Wignjosoebroto, 2009):

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

Ukuran Jarak

Beberapa sistem yang dapat dipergunakan untuk melakukan pengukuran jarak suatu lokasi terhadap lokasi lain (Purnomo, 2004), yaitu:

1. Jarak *Euclidean*, merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas yang lainnya, contoh aplikasi pada beberapa model conveyor, dan juga jaringan transportasi dan distribusi.
2. Jarak *Rectilinear*, disebut juga Jarak Manhattan merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus, sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalnya menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas dimana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara tegak lurus.

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

Keterangan:

d_{ij} = jarak antar titik pusat fasilitas i dan j

x_i = koordinat x pada departemen i

x_j = koordinat x pada departemen j

y_i = koordinat y pada departemen i

y_j = koordinat y pada departemen j

3. *Square Euclidean*, merupakan ukuran jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Relatif untuk beberapa persoalan terutama menyangkut persoalan lokasi fasilitas diselesaikan dengan penerapan *square Euclidean*.

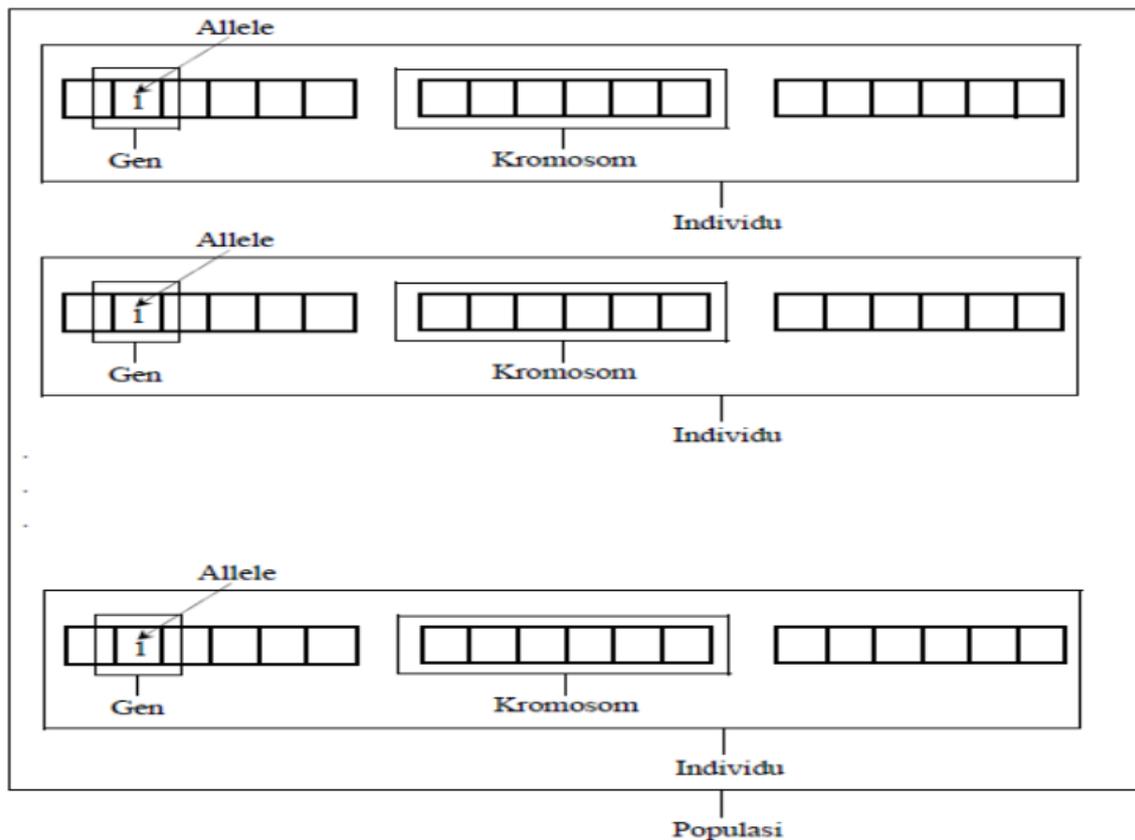
Algoritma Genetika

Algoritma Genetika atau *Genetic Algorithm* (GA) pertama kali dikembangkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. Metode ini merupakan salah satu algoritma stokastik berbasis populasi pertama yang diusulkan dalam sejarah. Mirip dengan Evolutionary Algorithm (EA) lainnya, operator utama GA adalah seleksi, crossover, dan mutasi (Mirjalili, 2019).

Pada dasarnya terdapat empat kondisi yang sangat mempengaruhi proses evaluasi dalam metode GA (Suratno, Rarasati, & Gusmanely, 2019), yaitu:

1. Kemampuan organisme untuk melakukan reproduksi.
2. Keberadaan populasi organisme yang bisa melakukan reproduksi.
3. Keberagaman organisme dalam suatu populasi.
4. Perbedaan kemampuan untuk survive.

GA bergerak dari suatu populasi kromosom yang direpresentasikan dalam suatu calon solusi ke populasi lain yang baru dengan melalui tiga tahapan utama yaitu seleksi, crossover, dan mutasi. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi representasi dari GA.



Gambar 1. Ilustrasi Representasi Genetik Algoritma (Rajak, 2018)

Penempatan Departemen

Langkah awal dalam pemecahan masalah penempatan antar departemen ini adalah penggambaran awal tata letak departemen pada lantai produksi. Masalah penempatan departemen didalam meminimisasi biaya material handling dalam perancangan fasilitas

dapat dideskripsikan sebagai masalah minimisasi. Fungsi tujuan dari permasalahan penempatan departemen adalah (Rojas & Torres, 2006):

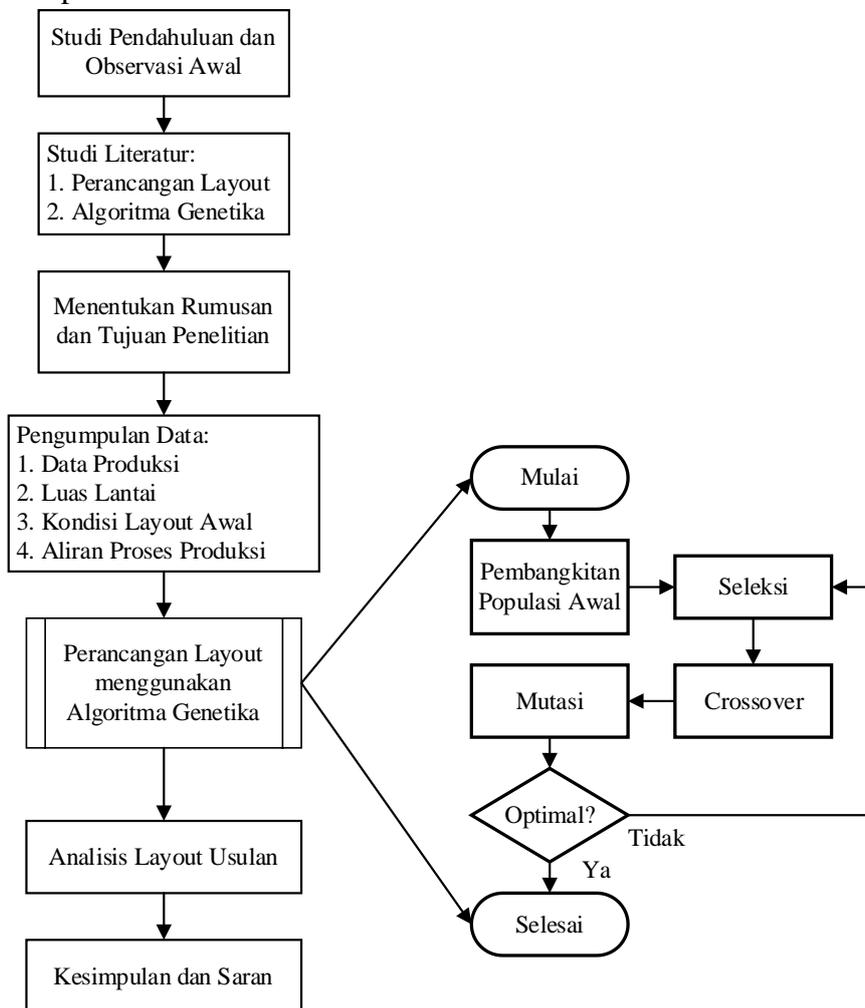
$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} d_{(r(i)r(j))} \quad (2)$$

dimana:

- Z = total flow cost
- n = Jumlah departemen
- f_{ij} = frekuensi aliran diantara departemen i dan departemen j
- $d_{(r(i)r(j))}$ = jarak diantara departemen i dan departemen j

METODE PENELITIAN

Secara garis besar, penelitian ini terbagi kedalam tiga tahapan utama yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Adapun langkah-langkah rinci yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Tahap persiapan penelitian ini dimulai dengan kegiatan studi pendahuluan dan observasi objek penelitian yaitu PT JKL. Kegiatan ini dilakukan untuk melihat permasalahan yang ada di lapangan sehingga bisa ditentukan usulan solusi untuk mengatasi permasalahan perusahaan. Tahap berikutnya adalah studi literatur terkait dengan perancangan layout dan algoritma genetika. Tahapan studi literatur dilakukan untuk mencari metode yang tepat digunakan untuk mengatasi permasalahan. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk melihat

perkembangan teori terkait sehingga diharapkan dapat menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Dari hasil observasi, dan studi literatur maka tahapan ini diakhiri dengan penentuan rumusan dan tujuan penelitian dari PT JKL. Rumusan dan tujuan dirancang agar penelitian ini dapat lebih terarah dan tidak melebar terlalu jauh.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan dan pengolahan data untuk perancangan pabrik PT JKL. Beberapa data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diantaranya adalah data produksi, luas lantai, layout awal, dan aliran proses produksi. Pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan layout baru dengan menggunakan algoritma genetika. Secara rinci tahapan dalam algoritma genetika adalah dengan membangkitkan populasi awal, proses seleksi, *crossover*, dan pengulangan hingga mendapatkan individu dengan nilai fitness tertinggi atau kondisi optimal. Setelah melakukan perhitungan dengan algoritma genetika, maka tahap ini diakhiri dengan membuat layout usulan berdasarkan perhitungan algoritma genetika.

Tahapan terakhir dalam penelitian adalah dengan melakukan analisis perbandingan antara layout usulan yang sudah dibuat dengan layout awal PT JKL. Analisis dilakukan untuk melihat berapa besar perbaikan yang dihasilkan oleh layout usulan dengan menggunakan algoritma genetika. Terakhir dibuat kesimpulan dari penelitian dan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah 1 Menentukan fungsi tujuan

Fungsi tujuan yang ditetapkan dalam perancangan layout adalah minimasi jarak perpindahan material. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai fungsi tujuan adalah:

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} d_{(r(i)r(j))}$$

Langkah 2 Menentukan Parameter

Beberapa parameter algoritma genetika yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

Ukuran populasi (*pop size*) = 10
 Probabilitas *crossover* = 0,40
 Probabilitas mutasi = 0,01

Langkah 3 Menentukan populasi awal

Populasi awal dibangkitkan secara acak sesuai dengan jumlah departemen yang ada pada PT JKL yaitu 19. Jumlah populasi awal yang dibangkitkan pada awal sebanyak 10 populasi sesuai dengan parameter *pop size* yang digunakan.

Tabel 1. Populasi Awal

Individu ke-	Stasiun Kerja																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17	11	19	18	7	6	10	9	1	4	3	14	15	8	5	16	13	12	2
2	18	17	8	6	10	13	1	12	16	14	3	11	5	19	9	15	4	2	7
3	2	4	12	3	19	17	10	15	13	6	14	9	18	5	8	11	7	16	1
4	16	1	5	4	10	6	7	19	8	3	13	18	2	17	12	9	11	15	14
5	9	14	13	10	12	17	11	7	5	4	2	6	1	3	15	16	18	19	8
6	15	18	12	17	3	4	5	9	19	14	16	2	6	13	10	1	8	7	11
7	9	12	1	16	7	2	3	13	5	6	10	8	15	18	4	14	11	19	17
8	5	2	13	12	10	17	15	3	18	14	9	8	16	6	7	1	11	4	19
9	6	8	7	11	2	19	9	1	5	10	4	12	3	17	13	15	16	18	14
10	2	15	4	11	5	9	7	19	1	18	14	8	17	12	13	3	16	10	6

Langkah 4 Seleksi Individu (*parental*)

Tahapan seleksi individu dilakukan untuk memperbesar kesempatan bagi anggota populasi yang memiliki nilai fitness tinggi untuk melakukan reproduksi. Metode seleksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah roda *roullete*, dimana algoritma untuk metode roda *roullete* adalah sebagai berikut:

- 1) Hitung nilai total *fitness* ($TotFitness = \sum F_k$) ; dimana $k = 1, 2, 3, \dots, 10$
- 2) Hitung nilai *fitness* relatif tiap individu ($p_k = F_k/TotFitness$)
- 3) Hitung nilai *fitness* kumulatif ($q_1 = p_1$ dan $q_k = q_{k-1} + p_k$) ; dimana $k = 2, 3, \dots, 10$

Hasil seleksi individu ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Seleksi Individu

Individu ke-	Flowcost	Fitness	Fitness Relatif	Probabilitas Kumulatif
1	25087	0,00003986	0,108502264	0,1085
2	24970	0,00004005	0,109010665	0,2175
3	31152	0,00003210	0,087377899	0,3049
4	26620	0,00003757	0,102253805	0,4071
5	27151	0,00003683	0,100253998	0,5074
6	21214	0,00004714	0,128311318	0,6357
7	27800	0,00003597	0,097913536	0,7336
8	35865	0,00002788	0,075895617	0,8095
9	24408	0,00004097	0,111520661	0,9210
10	34473	0,00002901	0,078960238	1,0000

Pilih induk yang akan menjadi kandidat untuk dilakukan *crossover* dengan cara pembangkitan bilangan random r (jika $q_k \leq r$ dan $q_{k+1} > r$, maka pilih kromosom ke $(k+1)$ sebagai kandidat induk. Hasil bilangan random setiap individu ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Bilangan Random Setiap Individu

Individu ke-	Bilangan Random
7	0,288
6	0,298
10	0,299
9	0,339
1	0,367
4	0,519
3	0,539
8	0,734
5	0,769
2	0,991

Bilangan random pertama yang dihasilkan adalah 0,401, sehingga individu ke-1 dipilih sebagai induk pertama. Bilangan random kedua yang dihasilkan adalah 0,530, sehingga individu ke-4 dipilih sebagai induk ke-2.

Langkah 5 Persilangan (*crossover*)

Langkah *crossover* dilakukan untuk menghasilkan kromosom anak dari dua buah induk, dimana kromosom anak yang terbentuk (*offspring*) ini akan mewarisi sebagian sifat dari induknya. Metode yang digunakan dalam proses *crossover* ini adalah *Partial-Mapped Crossover* (PMX). Contoh perhitungan proses persilangan dengan menggunakan metode PMX adalah sebagai berikut:

Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak

Tabel 4. Penentuan Posisi Substring Secara Acak

Induk Ke-	Stasiun Kerja																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17	11	19	18	7	6	10	9	1	4	3	14	15	8	5	16	13	12	2
4	16	1	5	4	10	6	7	19	8	3	13	18	2	17	12	9	11	15	14

Tukar substring diantara induk

Tabel 5 Hasil Pertukaran Substring

Protochild Ke-	Stasiun Kerja																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17	11	19	18	7	6	7	19	8	3	13	18	2	8	5	16	13	12	2
4	16	1	5	4	10	6	10	9	1	4	3	14	15	17	12	9	11	15	14

Tentukan hubungan mapping

6	7	19	8	3	13	18	2
6	10	9	1	4	3	14	15

Hasil mapping:

7 – 10; 19 – 9; 8 – 1; 3 – 4 – 13; 18 – 14; dan 2 – 15

Tentukan kromosom keturunan dengan mengacu kepada hasil mapping

Tabel 6. Hasil Keturunan

Anak Ke-	Stasiun Kerja																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17	11	9	14	10	6	7	19	8	3	13	18	2	1	5	16	4	12	15
4	16	8	5	13	7	6	10	9	1	4	3	14	15	17	12	19	11	2	18

Langkah 6 Mutasi (mutation)

Proses mutasi dilakukan untuk mencegah kehilangan total materi genetika setelah proses reproduksi dan persilangan yang berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat seleksi yang dilakukan. Teknik mutasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah swap mutation. Pada proses ini dilakukan perpindahan kromosom untuk stasiun kerja ke-5 dan ke-16. Hasil proses mutasi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Proses Mutasi

Individu Ke-	Stasiun Kerja																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17	11	9	14	16	6	7	19	8	3	13	18	2	1	5	10	4	12	15
4	16	8	5	13	19	6	10	9	1	4	3	14	15	17	12	7	11	2	18

Langkah 7 Perulangan

Tahapan terakhir dalam penelitian dengan menggunakan algoritma genetika adalah dengan melakukan proses sebelumnya secara berulang hingga didapatkan kondisi dimana nilai fitness yang dihasilkan tidak lagi mengalami perubahan yang signifikan (*steady state*).

Tabel 8. Hasil Solusi Optimal dengan Algoritma Genetika

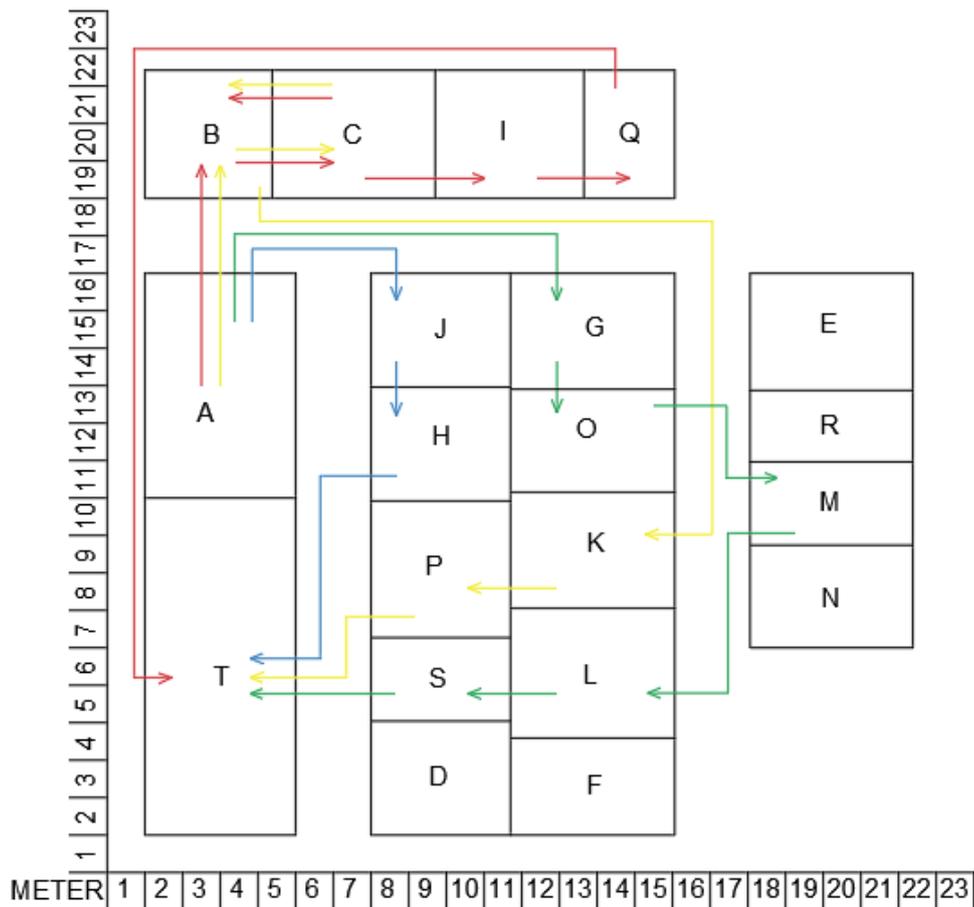
Stasiun Kerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Fitness
Solusi	6	4	12	19	14	16	11	13	15	18	7	5	8	10	1	2	3	9	17	9019

Iterasi yang dipilih dengan menggunakan algoritma genetika adalah iterasi yang memiliki total fitness terbesar (dalam kasus ini biaya terkecil). Setelah mendapatkan urutan

departemen maka dapat dirancang layout usulan perusahaan dan tidak lupa menambahkan departemen gudang barang jadi, layout usulan dapat dilihat pada gambar 3.

PENUTUP
Simpulan

Layout usulan yang dihasilkan dengan metode algoritma genetika dapat memberikan beberapa perubahan dalam tata letak lokasi dari pada tata letak sebelumnya. Jarak antar departemen untuk aliran material menjadi lebih pendek dari layout sebelumnya. Penataan tata letaknya dilakukan berdasarkan hubungan kedekatan proses produksi dan membuat area kosong pada layout awal dapat berkurang. Pada layout usulan terdapat departemen tambahan yaitu gudang barang jadi dan penempatan departemen tambahan tersebut telah sesuai dengan urutan proses produksi. Total jarak perpindahan material yang terjadi pada layout usulan yaitu 1548,565 meter, sedangkan pada layout awal yaitu 1902,875 meter, sehingga efisiensi yang layout usulan adalah sebesar 18,62%. Dilihat dari hasil rancangan layout usulan dan efisiensi total jarak perpindahan yang terjadi maka dapat disimpulkan bahwa algoritma genetika dapat menghasilkan total jarak perpindahan material yang lebih baik dari layout awal yang digunakan perusahaan.



Gambar 3. Layout Usulan

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan sistem cellular manufacturing, dimana berdasarkan beberapa literasi menyebutkan bahwa metode tersebut efektif dapat menurunkan biaya produksi, memperlancar aliran proses produk serta

mengurangi waste produksi. Selain itu, perlu dilakukan proses simulasi proses produksi untuk melihat apakah layout usulan yang diberikan dapat berjalan dengan lancar atau tidak sebelum diterapkan pada sistem produksi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Perpindahan Bahan*. Bandung: ITB.
- Casban, & Nelfiyanti. (2019). Analisis Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode FTC dan ARC untuk Mengurangi Biaya Material Handling. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 262-274.
- Chandra, S. L., Bendi, K. J., Sunarni, T., & Budiarto, D. (2019). Rancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Produk Rehabilitasi dengan Algoritma Genetika (Studi Kasus PT Shima Prima Utama). *Jurnal TIARSIE*, 73-78.
- Ihsan, T., & Rochman, D. D. (2014). *Usulan Perancangan Tata Letak Fasilitas Laboratorium dengan menggunakan Metode Graph Based Construction dan Algoritma CORELAP di PT Pertamina EP UBEP Jambi*. Bandung: Universitas Widyatama.
- Mirjalili, S. (2019). *Evolutionary Algorithm and Neural Networks (Theory and Applications)*. New York: Springer Publishing.
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Rajak, S. (2018). *Optimasi Tata Letak Fasilitas Produksi menggunakan Algoritma Genetika*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Rifai, A. P., Kusumaningsih, D. A., Syahrizad, A., Adriani, A., Hediandra, F. H., Ramadhana, I., . . . Abdilah, S. H. (2023). Perancangan Tata Letak Fasilitas Industri Bakery dengan Pendekatan Model Single Row dan Double Row Layout. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 1-12.
- Rochman, D. D., & Ferdian, R. (2013). Penjadwalan 20 Job 8 Mesin dengan Metode Genetic Algorithm (GA). *Spektrum Industri (Jurnal Ilmiah Pengetahuan dan Penerapan Teknik Industri, 11(2))*, 117-242.
- Rojas, G. S., & Torres, J. F. (2006). Genetic Algorithm for Designing Bank Office Layouts. *19th International Conference on Production Research*.
- Suprayogi, D. A., & Mahmudy, W. F. (2015). Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesman Problem with Time Window: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry. *Jurnal Buana Informatika*, 6(2), 121-130.
- Suratno, T., Rarasati, N., & Gusmanely, Z. (2019). Optimization of Genetic Algorithm for Implementation Designing and Modeling in Academic Scheduling. *Section EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 17-24.
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.