Implementasi Algoritma Genetika Dalam Penentuan Rute Terbaik Pendistribusian BBM Pada SPBU Yang Ada Di Samarinda

Andira Rahimi[1], Muhammad Arthur[2], Nurfadillah[3], Fidia Deny Tisna Amijaya[4*], Desi Febriani Putri[5]

[1,2,3]Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Indonesia

[4,5]Laboratorium Matematika Dasar, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Indonesia

Corresponding author: fidiadta@fmipa.unmul.ac.id

Abstrak. Traveling Salesman Problem (TSP) adalah kasus seorang salesman yang akan mengunjungi beberapa tempat, dimana tempat tersebut harus dikunjungi tepat satu kali sehingga diperoleh solusi optimal dalam bentuk rute perjalanan dengan jarak minimum ke semua kemungkinan yang ada. Salah satu algoritma dalam penyelesaian masalah ini adalah algoritma genetika. Algoritma genetika adalah algoritma heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan mengoptimalkan masalah yang ada. Untuk itu penulis mencoba mengimplementasikan algoritma genetika untuk menemukan solusi optimal pendistribusian BBM pada SPBU yang ada di Samarinda. Pada penelitian ini terdapat 17 titik SPBU tujuan yang direpresentasikan sebagai simpul dan terdapat 1 titik distribusi suplai yang menjadi simpul awal dan akhir. Sehingga pada penelitian ini telah diperoleh rute optimal menggunakan algoritma genetika dengan nilai fitness 0,0174 dengan jarak 57 KM.

Kata Kunci: *Algoritma Genetika, Graf, Traveling Salesman Problem.*

1 PENDAHULUAN

Permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP) adalah permasalahan dimana seorang *salesman* harus mengunjungi semua kota dimana tiap kota hanya di kunjungi sekali, dan harus kembali ke kota asal [1]. Tujuannya untuk menentukan rute pendistribusian BBM dengan total jarak atau biaya paling minimum di setiap cabang SPBU di Samarinda. TSP memerlukan penentuan jalur terpendek yang melalui beberapa titik dengan jarak yang telah ditentukan.

Analisa data pada penelitian ini menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) yaitu sebuah metode yang digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat, dan biaya distribusi yang minimal. Tujuan penelitian adalah pencarian rute optimal pendistribusian BBM ke sejumlah SPBU di Kota Samarinda.

Pengoptimalan rute terpendek dalam kasus pendistribusian BBM ke sejumlah SPBU di Kota Samarinda adalah contoh dari permasalahan TSP. Masalah ini muncul pada abad ke-19 ketika para salesman harus mengunjungi beberapa kota dalam waktu sesingkat mungkin dan kembali ke kota asal mereka. TSP sering kali digunakan sebagai contoh dalam teori graf, optimasi kombinatorial, dan pemograman matematika. Banyak variasi TSP telah diidentifikasi, termasuk TSP asimetrik, TSP simetrik, dan TSP berbobot. TSP memiliki banyak aplikasi praktis, seperti perencanaan rute kendaraan, perutean kabel pada jaringan komunikasi, dan pemetaan genom. Akan tetapi dalam penyelesaian penelitian ini akan dipergunakan metode heuristik dengan algoritma genetika yang merupakan salah satu metode untuk memecahkan permasalahan optimasi.

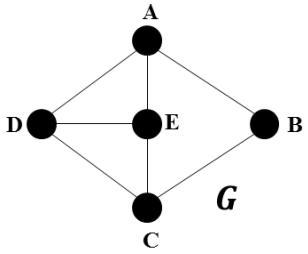
2 TINJAUAN PUSTAKA

Traveling Salesman Problem atau TSP merupakan masalah optimasi kombinatorial klasik, yang sederhana untuk dinyatakan tetapi sangat sulit untuk dipecahkan. Masalahnya adalah menemukan tur atau rute sesingkat mungkin melalui satu set simpul N sehingga setiap simpul dikunjungi tepat sekali. Masalah ini diketahui NP - lengkap, dan tidak dapat diselesaikan secara tepat dalam waktu polinomial karena jumlah rute yang mungkin meningkat secara faktoral dengan jumlah kota. Ini juga tidak harus dengan jumlah kota, bisa juga dengan berbagai hal yang memiliki banyak rute. Sepertihalnya dengan jumlah tempat wisata, jumlah tempat SPBU.

Persoalaan Pedagang Keliling atau TSP termasuk ke dalam persoalan yang sangat terkenal di dalam teori Graf. *Multiple-Traveling Salesman Problem*(m-TSP) merupakan sebuah pengembangan dari *Traveling Salesman Problem.* TSP direpresentasikan dengan menggunakan sebuah graf lengkap dan berbobot $\boldsymbol{G = (V, E)}$ dengan $\boldsymbol{V}$ merepresentasikan himpunan titik, dan $\boldsymbol{E}$ adalah himpunan dari sisi. Setiap sisi$\boldsymbol{(r, s)E}$ adalah nilai (jarak) $\boldsymbol{d_{rs}}$ yang merupakan jarak dari kota $\boldsymbol{r}$ ke kota $\boldsymbol{s}$, dengan $\boldsymbol{r, s\ V}$. Dalam TSP simetrik (jarak dari kota $\boldsymbol{r}$ ke kota $\boldsymbol{s}$ sama dengan jarak dari titik $\boldsymbol{s}$ ke titik $\boldsymbol{r}$), $\boldsymbol{d_{rs} = d_{sr}}$ untuk semua sisi $\boldsymbol{(r, s)\ E}$.

Jika terdapat $\boldsymbol{n}$ titik dalam sebuah graf, maka graf tersebut memiliki $\boldsymbol{a}$ rute yang mungkin dilalui.

Graf merupakan salah satu cabang matematika terapan yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan optimasi, seperti penentuan lintasan terpendek [3]. Graf merupakan himpunanobjek objek yang berhingga dan tak kosong, disebut dengan simpul dan himpunan pasangan tak berurut(yang mungkin kosong dari simpul-simpul tersebut, yang disebut dengan sisi [4]. Gambar 1 merupakan contoh dari graf G dengan 5 simpul dan 7 sisi dengan himpunan simpulnya $\{\boldsymbol{A},\boldsymbol{B},\boldsymbol{C},\boldsymbol{D},\boldsymbol{E}\}$ dan himpunan sisi $\{(\boldsymbol{A},\boldsymbol{B}),(\boldsymbol{A},\boldsymbol{D}),(\boldsymbol{A},\boldsymbol{E}),(\boldsymbol{B},\boldsymbol{C}),(\boldsymbol{C},\boldsymbol{D}),(\boldsymbol{C},\boldsymbol{E}),(\boldsymbol{C},\boldsymbol{D})\}$. Simpul pada suatu graf memiliki derajat simpul, yaitu banyak sisi yang melekat pada simpul tersebut. Pada graf G, derajat simpul $\boldsymbol{A},\boldsymbol{B},\boldsymbol{C},\boldsymbol{D},$ dan $\boldsymbol{E}$ berturut-turut adalah 3, 2, 3, 3, 3.



Gambar 1. Graf $\boldsymbol{G}$

Algoritma genetika (AG) adalah metode pencarian yang didasarkan pada prinsip-prinsip genetika dan seleksi alam organisme hidup. Proses evolusi genetik melalui seleksi alam, yang terjadi secara alami, menyeleksi keturunan dengan pertahanan yang lebih baik dari populasi. Kualitas solusi untuk masalah ditentukan oleh kekuatan masalah yang gigih. Nilai optimal yang diperoleh dari algoritma genetika dicocokkan dengan keturunan dengan kemampuan pertahanan diri tertinggi, yang dicari *end-to-end* dari seluruh populasi. Terbentuknya populasi awal secara acak yang terdiri dari individu-individu yang karakteristiknya bergantung pada gen kromosomnya, dan karakteristik baru muncul dalam kondisi tertentu akibat mutasi genetik [5].

Algoritma genetik bergerak dari populasi kromosom (*bit string* ditampilkan sebagai kandidat solusi dari suatu permasalahan) ke populasi baru dengan menggunakan tiga operator, yaitu seleksi, *crossover* dan mutasi. Kromosom dipilih sesuai dengan nilai *fitness* masing-masing. Kromosom yang kuat memiliki kemungkinan besar untuk bertahan hidup di generasi berikutnya, tetapi kemungkinan ini tidak dikesampingkan juga untuk mempertahankan kromosom yang lemah. Kromosom kemudian menentukan proses seleksi kromosom baru (*off spring*) dengan *crossover* dan mutasi kromosom yang dipilih (*parents*). Dari dua Proses tersebut kemudian membentuk generasi baru, yang

terus berulang hingga mencapai Konvergensi, yaitu generasi sebanyak yang diinginkan [2].

3 METODOLOGI PENELITIAN

Data yang kami gunakan sebagai penelitian yaitu tentang letak atau lokasi pendistribusian SPBU yang berada di kota Samarinda. Lokasi SPBU tersebut tersebar luas di Samarinda. Kami menempatkan SPBU Cendana Samarinda sebagai lokasi utama dalam pendistribusian BBM ke cabang-cabang SPBU yang lainnya.

Dari pencarian data tersebut, kami mendapatkan informasi pencarian lokasi dengan bantuan *google earth* atau *google maps* untuk memudahkan perekaman rute yang dapat dilalui. Dari lokasi yang didapatkan, kami ingin mencari perhitungan untuk menentukan rute optimal dalam pendistribusian BBM dari titik cabang pertamina sebagai sumber utama SPBU atau BBM dengan mendata seluruh rute yang digunakan berdasarkan bantuan *google maps*. Sehingga melingkupi semua jalur atau rute dengan tiap-tiap vektor yang dijabarkan. Adapun metodologi yang digunakan oleh penulis mengikuti langkah berikut:

1. Identifikasi permasalahan dalam pendistribusian BBM ke tiap-tiap SPBU
2. Mengumpulkan dan mempelajari berbagai informasi dari buku ataupun jurnal yang berhubungan dengan algoritma genetika
3. Mengambil data dari *google earth*
4. Merepresentasikan titik-titik peta menjadi sebuah graf
5. Memproses data dengan mengimplementasikan algoritma genetika

Langkah-langkah untuk pencarian suatu rute optimal dengan menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

1. pilih sejumlah SPBU yang ingin dikunjungi
2. membangkitkan populasi awal yang membentuk beberapa kromosom
3. menghitung nilai *fitness* dan juga nilai invers dari *fitness* (1/F) dari setiap kromosom yang ada
4. menghitung nilai kumulatif dari setiap probabilitas
5. melakukan seleksi *roulette-wheel* untuk memperoleh bilangan acak 0-1
6. menghitung jumlah kromosom yang akan mengalami proses *crossover* berdasarkan probabilitas *crossover* yang telah ditentukan
7. kemudian urutkan kromosom berdasarkan nilai *fitness* dari yang terbesar
8. pilih sejumlah kromosom dengan *fitness* terendah yang telah ditentukan
9. selanjutnya lakukan proses *crossover* dengan menggunakan metode *crossover* PMX
10. populasi yang mengalami *crossover* akan dilakukan proses mutasi menggunakan metode *swapping mutation*
11. kemudian hitung kembali nilai *fitness* setiap kromosom pada populasi yang telah mengalami mutasi untuk dilakukannya proses elitism

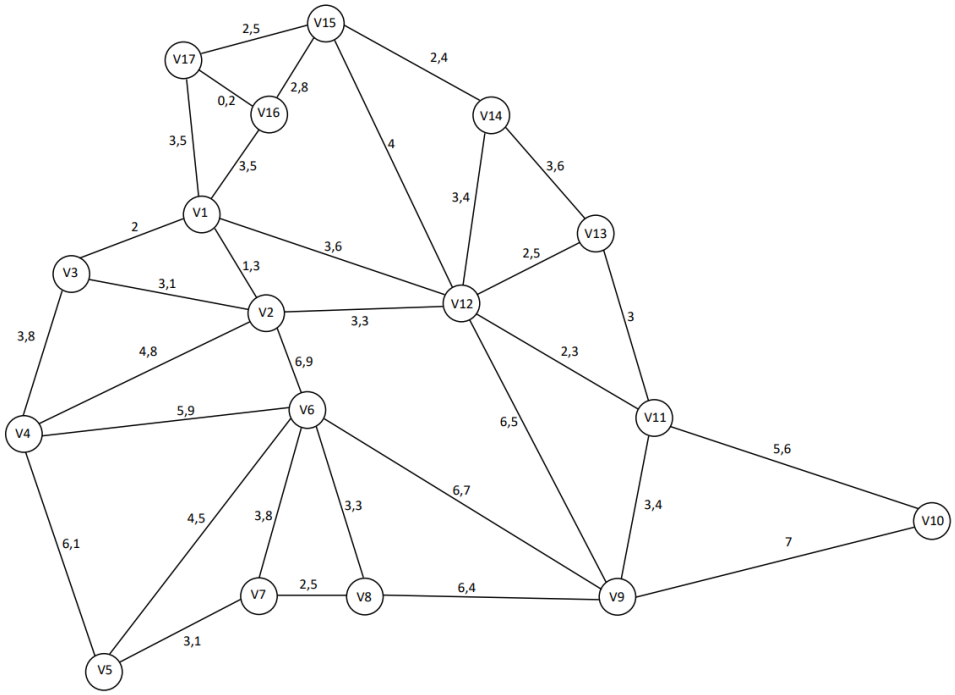
12. selanjutnya dilakukan proses elitism dengan cara mengganti kromosom yang memiliki nilai *fitness* terendah dengan kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbaik pada populasi awal
13. hasil proses elitism akan menjadi populasi awal baru yang akan kembali dilakukannya proses seleksi. Proses ini akan terus berulang sampai n perulangan mencapai batas Max yang telah ditentukan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pencarian Rute Optimal Menggunakan Algoritma Genetika

Dalam penulisan jurnal ini, penulis menggunakan bantuan *Google Maps* untuk mendapatkan alamat dan nilai jarak dari masing-masing SPBU yang akan di distribusikan. Pada perhitungan ini, gen direpresentasikan sebagai titik di SPBU sebagai tempat tujuan yang harus dikunjungi. Pada data yang telah terlampir dapat diketahui bahwa terdapat 17 titik SPBU.

Tabel.1 Graf SPBU yang dipilih



4.2 Menentukan Populasi Awal

Untuk menentukan populasi awal akan digunakan fungsi random generator. Pada perhitungan kalli ini setiap kromosom memiliki 17 gen yang berarti ada sebanyak 17 SPBU dalam satu kromosom. Pada percobaan kali ini jumlah populasi/kromosom adalah sebanyak 3 kromosom. Untuk jarak antar SPBU diinputkan sesuai dengan kebutuhan. Adapun populasi awalnya sebagai berikut:

Tabel 2. Populasi Awal Kromosom

K1	K2	K3
1	1	1
17	2	12
16	3	2
15	4	3
14	6	4
12	5	5
13	7	6
11	8	7
10	9	8
9	10	9
6	11	10
8	12	11
7	13	13
5	14	14
4	15	15
2	17	17
3	16	16

4.3 Menentukan nilai *fitness*

a) Menghitung bobot jarak

K1 = (1→17)+ (17→16)+ (16→15)+ (15→14)+ (14→12)+ (12→13)+ (13→11)+ (11→10)+ (10→9)+ (9→6)+ (6→8)+ (8→7)+ (7→5)+ (5→4)+ (4→2)+ (2→3) = 60 km

K2 = (1→2)+ (2→3)+ (3→4)+ (4→6)+ (6→5)+ (5→7)+(7→8)+ (8→9)+ (9→10)+ (10→11)+ (11→12)+ (12→13)+ (13→14)+ (14→15)+ (15→17)+ (17→16) = 57 km

K3 = (1→17)+ (17→16)+ (16→15)+ (15→14)+ (14→12)+ (12→13)+ (13→11)+ (11→10)+ (10→9)+ (9→6)+ (6→8)+ (8→7)+ (7→5)+ (5→4)+ (4→2)+ (2→3) = 61,4 km

b) Menghitung *fitness[i]*

K1 = $\frac{1}{60}$ = 0,016666667

K2 = $\frac{1}{57}$ = 0,01754386

K3 = $\frac{1}{61,4}$ =0,016286645

Total *fitness* =0,050497171

4.4 Menentukan nilai roullete wheel

a) Probabilitas tiap kromosom

K1 = $\frac{0,016666667}{0,050497171}$ = 0,330051491

K2 = $\frac{0,01754386}{0,050497171}$ = 0,347322622

K3 = $\frac{0,016286645}{0,050497171}$ = 0,322525887

b) Probabilitas kumulatif

C[1]=0,3300

C[2]=0,6774

C[3]=1

c) Menentukan induk kromosom

Tabel 3. Menentukan induk kromosom

random ke	Bilangan yang dihasilkan	Induk Yang terpilih
R[1]	0,498	C[2]
R[2]	0,138	C[1]
R[3]	0,935	C[3]
R[4}	0,46251	C[3}

C[2]=C[1]

C[1]=C[2]

C[3]=C[3]

C[3]=C[4]

4.5 Crossover

Misalkan *Probability Crossover*(PC)=25% atau 0,25. Berarti jika bilangan random yang dihasilkan < 0,25 maka akan dipilih menjadi induk baru.

Tabel 4. Pasangan Kromosom

Kromosom-ke	Kromosom								
C[1]	1	2	3	4	6	5	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	17	16	
C[2]	1	17	16	15	14	12	13	11	10
	9	6	8	7	5	4	2	3	
C[3]	1	12	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	13	14	15	17	16	
C[4]	1	12	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	13	14	15	17	16	

Untuk Pasangan ke 1 yaitu C[1] dan C[2] bilangan acak yang dihasilkan adalah 0,429 > 0,25 maka tidak *crossover*. Kemudian untuk pasangan ke 2 yaitu C[3] dan C[4] bilangan acak yang dihasilkan adalah 0,0091 < 0,25 maka pasangan ke 2 ter-*crossover*.

Tabel 5. *Crossover*

C[3]	C[4]
1	1
12	12
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11

13	13
14	14
15	15
17	17
16	16

Tabel 6. Hasil Crossover menggunakan metode PMX

Anak 1	Anak2
1	1
12	12
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
13	13
14	14
15	15
17	17
16	16

4.6 Mutasi

Misalkan Probabilitas Mutasi(Pm) =0,333

Tabel 7. menentukan individu yang akan bermutasi

Individu baru	Kromosom									random	Mutasi
C[1]	1	2	3	4	11	5	6	7	8	0,8	tidak
	9	10	12	13	14	15	17	16			
C[2]	1	17	16	15	14	12	13	11	10	0,192	ya
	9	6	8	7	5	4	2	3			
C[3]	1	12	2	3	4	5	7	8	9	0,506	tidak
	10	11	6	13	14	15	17	16			

R[1]=9
R[2]=7

Maka hasil yang diperoleh dari mutasi

Tabel 8. Hasil Mutasi

M[1]	1	17	16	15	14	12	10	11	13	9	6	8	7	5	4	2	3

4.7 Populasi Baru

Tabel 9. Populasi Baru

K1	**K2**	**K3**	**Anak1**	**Anak2**	**M[1]**
1	1	1	1	1	1
17	2	12	12	12	17
16	3	2	2	2	16
15	4	3	3	3	15
14	6	4	4	4	14
12	5	5	5	5	12
13	7	6	6	6	10
11	8	7	7	7	11

10	9	8	8	8	13
9	10	9	9	9	9
6	11	10	10	10	6
8	12	11	11	11	8
7	13	13	13	13	7
5	14	14	14	14	5
4	15	15	15	15	4
2	17	17	17	17	2
3	16	16	16	16	3

Nilai fitness:
K1= 0,0167
K2=0,0174
K3=0,0162
A1=0,0162
A2=0,0162
M[1]=0

Individu terbaik adaah individu ke 2 dengan nilai fitness 0,0174 dengan jarak 57 KM

5 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam penentuan rute terbaik pendistribusian BBM pada SPBU yang ada di Samarinda ini dapat disimpulkan:

1. Bentuk jalur terbaik yang telah didapatkan dalam penentuan rute terbaik pendistribusian BBM yaitu melalui jalur:

$$1-2-3-4-6-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-16$$

(angka berdasarkan tabel titik spbu yang dipilih) dan balik lagi ke jalur 1.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Lin, S., 1965. Computer Solutions of the Traveling Salesman Problem. *Bell System Technical Journal*, 44(10), pp.2245-2269

[2] Krisnandi, K., dkk. 2017. Implementasi Algoritma Genetika Untuk Memprediksi Waktu dan Biaya Pengerjaan Proyek Konstruksi. Jurnal: JURNAL ILMIAH INFO. P-ISSN 2085-4315/ E-ISSvN 2502-8332.

[3] Salaki, D.T. 2011. Penentuan Lintasan Terpendek Dari Fmipa Ke Rektorat Dan Fakultas Lain Di Unsrat Manado Menggunakan Algoritma Djikstra. Jurnal: Jurnal Ilmiah Sains, 11(1), 73.

[4] Gross, J. L., & Yellen, J. (2005). Graph Theory and Its Applications, Second Edition (Discrete Mathematics and Its Applications).

[5] Savitri, D., Hidajati, N. W., & Panigoro, H. S. (2022). Implementasi algoritma genetika dalam mengestimasi kepadatan populasi jackrabbit dan coyote. Jambura Journal of Biomathematics (JJBM), 3(1), 23-28.

[6] Candrawati, L. G. A., & Kadyanan, I. G. A. G. A. (2017). Optimasi Traveling Salesman Problem (TSP) Untuk Rute Paket Wisata Di Bali Dengan Algoritma Genetika. J. Ilm. Komput, 10(1), 27-32.