

Optimalisasi Rute Distribusi Bbm di Terminal BBM Boyolali MOR IV menggunakan Algoritma Genetika

Muhammad Ghani Fadhlurrahman¹, Nikenasih Binatari²

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMPA UNY^{1,2}
muhammad.ghani@student.uny.ac.id

Abstrak— Terminal BBM MOR IV merupakan pendistribusi utama BBM untuk SPBU Jawa Tengah dan beberapa SPBU di Jawa Timur. Terminal BBM MOR IV memiliki rute distribusi untuk menyalurkan BBM ke SPBU tujuan. Rute tersebut memungkinkan untuk diubah dengan jalur distribusi yang lain karena Terminal BBM MOR IV tidak menentukan jalur distribusi berdasarkan total jalur terpendek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa rute optimal di Terminal BBM MOR IV menggunakan Algoritma Genetika. Rute tersebut dikatakan optimal jika rute yang terpilih adalah rute dengan jalur terpendek. Proses Algoritma Genetika yang akan dilakukan diawali dengan, 1) Inisialisasi yaitu menciptakan individu – individu secara acak yang memiliki susunan gen (kromosom), 2) Reproduksi dilakukan untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) dari individu – individu yang ada di populasi melalui *crossover* atau kawin silang antara dua induk yang didapat dari individu himpunan populasi dan mutasi untuk menghasilkan perubahan acak pada populasi, dan 4) Seleksi yaitu memilih individu terbaik dari himpunan populasi dan *offspring* untuk dipertahankan hidup dan menjadi solusi yang dibutuhkan. Hasil optimalisasi dengan metode Algoritma Genetika diperoleh rute distribusi yang terpendek yaitu 396.6km dengan sementara rute distribusi sebelumnya yaitu 507.2km.

Kata kunci: *Optimalisasi, CVRP, Algoritma Genetika*

I. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan proses penyaluran produk dari produsen sampai ke tangan masyarakat atau konsumen. Kemudahan konsumen dalam mendapatkan produk yang diinginkan menjadi prioritas utama dari setiap perusahaan untuk memuaskan pelanggannya. Dalam sistem distribusi, rute yang dipilih merupakan elemen terpenting dalam menentukan jarak yang harus ditempuh dan biaya yang harus dikeluarkan. Jika rute yang dipilih optimal, maka sistem distribusi menjadi lebih efektif dan efisien. Karena akan melewati rute yang minimal jaraknya, elemen-elemen yang melibatkan jarak menjadi minimal pula, seperti biaya transportasi, waktu tempuh, tingkat polusi yang dihasilkan, dan energi yang dikeluarkan.

Permasalahan yang kerap terjadi adalah terdapat banyak tempat yang harus dikunjungi dalam sistem distribusi (*node*) dan diharuskan tidak terjadi pengulangan, kemudian harus kembali ke titik semula, sehingga rute yang harus ditempuh akan menjadi banyak kemungkinannya. Permasalahan tersebut dikenal dengan istilah *vehicle routing problem* (VRP). VRP adalah optimalisasi kombinatorial dan masalah pemrograman yang berusaha melayani sejumlah pelanggan dengan armada kendaraan [1]. VRP adalah salah satu yang paling sering mengalami masalah optimasi di bidang logistik, yang bertujuan untuk meminimalkan biaya operasi transportasi oleh fluks kendaraan yang beroperasi dari pangkalan yang disebut Depot [2].

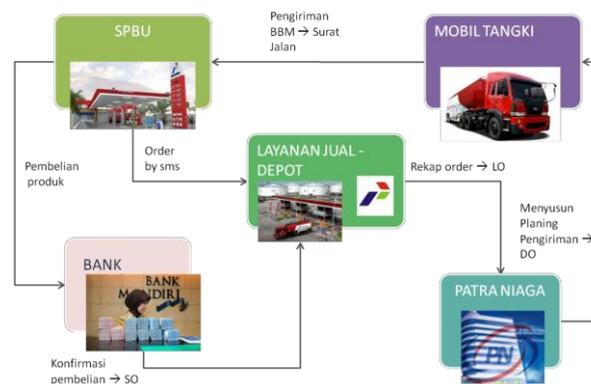
Penerapan algoritma genetika pada penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) pernah dilakukan oleh Hidayat untuk distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman [6]. Penelitian aplikasi lainnya juga dilakukan oleh Fradina untuk optimasi pendistribusian Gula [7]. Pada kedua penelitian tersebut CVRP diselesaikan dengan membandingkan menggunakan algoritma genetika dan algoritma *sweep*. Adam Arif [8] menyelesaikan pengiriman aqua galon di Yogyakarta menggunakan algoritma genetika dengan menggunakan metode seleksi berupa *Rank Selection*, pindah silang menggunakan *Ordered Crossover*, dan tahap mutasi menggunakan *Swapping Mutation*. Sedangkan dalam penelitian ini menggunakan data primer dari Terminal BBM Boyolali *Marketing Operation Region* (MOR) IV di Boyolali dan diolah menjadi data sekunder. Penelitian ini akan membahas meliputi pemilihan rute

untuk pendistribusian BBM di Terminal BBM Boyolali, karena pemilihan rute di Terminal BBM Boyolali hanya memprioritaskan SPBU yang memesan lebih awal. Pada penelitian ini akan dibentuk rute distribusi yang lebih baik sehingga pengiriman lebih memprioritaskan jarak tempuh terpendek bukan SPBU pemesan.

Pertamina *Marketing Operation Region IV* Terminal BBM Boyolali adalah salah satu terminal BBM di Jawa Tengah yang beroperasi secara *Terminal Auto System (TAS)* dan mensuplai pasokan BBM ke 235 SPBU tersebar di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Terminal ini dibangun Tahun 2002 dengan luas 11,2 Ha dan resmi beroperasi 24 Oktober 2008. Terminal BBM Boyolali melakukan aktivitas penerimaan yaitu dari *Refinery Unit (RU) IV* Cilacap, Penimbunan dengan ketersediaan Tangki 11 Unit, dan Pendistribusian menggunakan 91 Mobil Tangki. Selama 3 tahun berturut – turut 2014, 2015, dan 2016 Pertamina TBBM Boyolali telah menerima peringkat Platinum untuk kategori POSE (*Pertamina Operation and Services Excellent*) dan peringkat Hijau selama 2012-2016 untuk kategori PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja). Pertamina TBBM Boyolali selalu meningkatkan kualitas pelayanannya sesuai dengan VISI mereka yaitu Menjadi Unit Kerja Operasional dengan Layanan kelas Dunia.

Terminal BBM merupakan pendistribusi BBM ke SPBU – SPBU Indonesia menggunakan Mobil Tangki berkapasitas. Dewasa ini, BBM menjadi fasilitas utama masyarakat untuk produktifitas sehari – hari. Tiap – tiap SPBU memiliki kebutuhan jenis maupun volume BBM yang berbeda – beda bergantung pada daya kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu, Terminal BBM harus menyesuaikan kebutuhan SPBU – SPBU tersebut. Dalam sehari jumlah SPBU yang memesan BBM ke Terminal BBM berbeda – beda. Selama ini, terminal BBM mengirim Mobil Tangki ke SPBU tujuan tanpa memikirkan jarak yang ditempuh. Terminal BBM hanya memprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan SPBU yang telah dituju tanpa menitik beratkan rute dengan jarak terpendek. Dengan menggunakan rute jarak terpendek, Terminal BBM akan meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional dan SDM perusahaan.

Alur Proses Penyaluran BBM ke SPBU – SPBU tujuan dimulai dengan SPBU memesan jumlah dan jenis BBM serta waktu pengiriman ke Terminal BBM. Layanan Jual Terminal BBM mengonfirmasi apakah jumlah dan jenis BBM tersedia serta dapat mengirim BBM tersebut sesuai permintaan SPBU. Jika Terminal BBM dapat melakukan pengiriman, SPBU akan mendapat nomor untuk membayar biaya BBM sesuai yang dipesan. Jika Terminal BBM tidak dapat melakukan pengiriman tidak terjadi transaksi. Terminal BBM akan menunggu informasi dari SPBU apakah biaya sudah ditransfer ke rekening Terminal BBM. Terminal BBM akan mengonfirmasi ke SPBU jika biaya sudah masuk rekening dan memproses pesanan SPBU tersebut dengan mendapatkan *Delivery Order (DO)* untuk dijadwalkan dalam jadwal pengiriman yang sudah ditentukan kepada *Dispatcher (Penjadwal)*. *Dispatcher* akan mendapat konfirmasi, SPBU mana saja yang memesan dan dapat dijadwalkan untuk pengiriman *Dispatcher* akan menjadwalkan SPBU tersebut dengan memprioritaskan SPBU yang memesan dan membayar lebih awal. *Dispatcher* memberikan ke Koordinator pengiriman BBM. Koordinator pengiriman melaksanakan pengiriman BBM sesuai yang dijadwalkan.



GAMBAR 1. ALUR PROSES PENYALURAN BBM

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah salah satu permasalahan optimasi kombinatorial yang memiliki banyak aplikasi pada bidang industri [9]. Menurut Toth dan Vigo [10] VRP memiliki beberapa jenis permasalahan utama yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, *Vehicle Routing Problem with Pick Up and Delivery (VRPPD)*, *Distance Constrained Vehicle Routing Problem (DCVRP)*, *Vehicle Routing Problem with Multiple Depot (VRPMD)*, *Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP)*, dan *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)*. Dalam kasus ini permintaan pelanggan dibatasi dengan jumlah muatan yang dimiliki kapasitas Mobil Tangki, maka digunakan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* yaitu masalah optimasi untuk menentukan rute dengan biaya minimal

(*minimum cost*), banyaknya kendaraan (*vehicles*) dengan kapasitas tertentu yang homogen (*homogeneous fleet*), yang melayani sejumlah *customer* dengan jumlah permintaan telah diketahui sebelum proses pendistribusian berlangsung [3].

Algoritma genetika merupakan suatu prosedur penelusuran yang berdasarkan pada mekanisme dari *natural selection* dan *natural genetics* yang dapat digunakan untuk memecahkan *combinatorial optimization problems* yang sulit. Algoritma genetika diperkenalkan oleh John Holland [5] dan para peneliti dari *University of Michigan* pada tahun 1960. Algoritma genetika dipilih karena algoritma genetika tidak mempunyai kriteria khusus yang dijumpai pada algoritma metaheuristik lainnya dalam menyaring kualitas solusi, oleh karena itu waktu komputasi juga relatif lebih singkat, serta dapat menghasilkan beberapa alternatif solusi yang mempunyai nilai obyektif yang sama.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data yang digunakan diperoleh dari hasil observasi dan pengamatan langsung dengan Pertamina BBM Boyolali Marketing Operation Region IV. Kemudian data yang diperoleh diolah menjadi data sekunder untuk rahasia perusahaan.

Diawali dengan pembuatan CVRP, CVRP tersebut akan diimplementasikan di Algoritma Genetika. CVRP yang telah dibuat akan dirumuskan dalam Algoritma Genetika untuk mendapatkan solusi yang sesuai. Tahapan Algoritma Genetika yang dilakukan yaitu representasi kromosom, inisialisasi, reproduksi, dan seleksi.

Perbandingan rute milik Terminal BBM dan rute menggunakan Algoritma Genetika dilakukan untuk melihat rute manakah yang lebih baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perumusan model CVRP

Penelitian ini memiliki permasalahan yang terdiri dari depot dan 20 pelanggan yang harus dituju. Pelanggan memiliki permintaan yang tidak melebihi 32 karena kapasitas maksimal Mobil Tangki 32. Berikut adalah jarak antara Depot dengan SPBU yang harus dituju:

TABEL 1. DAFTAR JARAK DEPOT KE SPBU PEMESAN BBM

No.	No. SPBU	Kabupaten	Jarak Depot ke SPBU	No.	No. SPBU	Kabupaten	Jarak Depot ke SPBU
1	4450607	SEMARANG SELATAN	71.5	11	4458117	BLORA	145.2
2	4450706	SALATIGA	43.8	12	5463211	NGAWI	144.0
3	4357101	SURAKARTA	18.2	13	5463316	MAGETAN	164.4
4	4457213	SRAGEN	58.3	14	5463503	PACITAN	177.6
5	4457311	BOYOLALI	9.6	15	5463307	MAGETAN	141.6
6	4457413	KLATEN	26.9	16	4457427	KLATEN	29.8
7	4457510	SUKOHARJO	45.2	17	4457215	SRAGEN	44.0
8	4457611	WONOGIRI	106.4	18	4457105	SURAKARTA	12.0
9	4457716	KARANGANYAR	34.4	19	4457707	KARANGANYAR	43.0
10	4458120	PURWODADI	76.3	20	5463304	MAGETAN	172.8

Permasalahan ini dapat direpresentasikan sebagai graf $G = (V, E)$ dimana $V = \{4450607, 4450706, \dots, 5463304\}$ merupakan jumlah SPBU – SPBU yang harus dikunjungi. Sementara $E = \{(i = 4450607, \dots, 5463304, j = 4450607, \dots, 5463304) | i, j \in V, i \neq j\}$ merupakan rute Depot ke SPBU – SPBU yang harus dikunjungi. Jumlah kendaraan yang akan digunakan memiliki kapasitas $q = \{16, 24, 32\}$ dan setiap SPBU memiliki permintaan $d = \{16, 24, 32\}$ serta setiap $i, j \in E$ memiliki jarak yang ditempuh yang didefinisikan sebagai c_{ij} dimana jarak Depot ke SPBU dan sebaliknya simetris $c_{ij} = c_{ji}$.

Didefinisikan Untuk setiap $(i, j) \in E, i \neq 0, j \neq 0$ dan untuk setiap Mobil Tangki k didefinisikan dengan variabel x_{ijk} = pendistribusian dari i ke j dengan Mobil Tangki k .

Fungsi Obyektif:

$$\text{Meminimumkan} = z \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^{20} c_{ij} x_{ijk} \quad (1)$$

Fungsi Kendala

$$\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{20} x_{ijk} = 1, \forall i \in V \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{20} di \sum_{j=1}^{20} x_{ijk} \leq 32, \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{20} x_{0jk} = 1, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^{20} x_{ijk} - \sum_{j=0}^{20} x_{ijk} = 0, \forall k \in K \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{20} x_{i0k} = 1, \forall k \in K \quad (6)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, \forall k \in K \quad (7)$$

Kendala (2) memastikan bahwa setiap agen hanya dikunjungi tepat satu kali oleh suatu kendaraan, kendala (3) menyatakan permintaan semua agen dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 32 KL, kendala (4) menyatakan setiap rute berawal dari depot, kendala (5) menyatakan bahwa setiap kendaraan yang mengunjungi satu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut, kendala (6) menyatakan setiap rute berakhir di depot dan kendala (7) menyatakan variabel keputusan merupakan variabel biner.

B. Perumusan Algoritma Genetika untuk model CVRP

Perumusan Algoritma Genetika dengan karakteristik sebagai berikut:

- Representasi kromosom dengan membangkitkan populasi awal dengan membangkitkan sejumlah individu secara acak sehingga membentuk satuan populasi. Satu individu terdapat 20 gen yang berisi gen dari 1 sampai 20 yang membentuk rute pendistribusian Terminal BBM.
- Besar populasi yang digunakan adalah 20.
- Fungsi *fitness* yang digunakan adalah

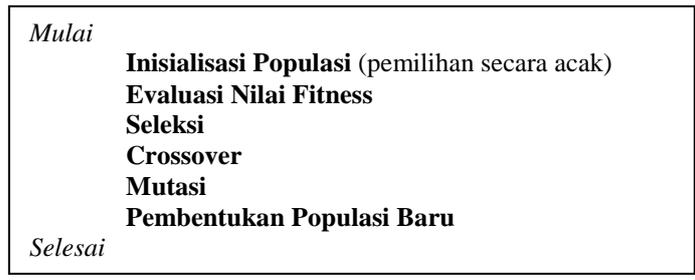
$$f = \frac{1}{h}$$

Dengan *h* merupakan nilai individu.

- Seleksi dilakukan dengan memilih individu secara acak dengan metode *Roulette Wheel*.
- Operator *crossover* yang digunakan adalah *ordered crossover*.
- Operator mutase yang digunakan adalah *swapping mutation*.
- Lajur pergantian populasi yang digunakan adalah *elitism*.
- Generasi berhenti setelah mencapai 2000.

C. Tahapan Algoritma Genetika

Penelitian dilakukan terhadap 20 SPBU yang telah memesan BBM kepada Terminal BBM Boyolali pada hari tertentu kemudian dianalisa menggunakan metode Algoritma Genetika yang tahapan perhitungannya dengan *software MATLAB*.



D. Inisialisasi Populasi

Membangkitkan populasi awal dengan membangkitkan sejumlah individu secara acak sehingga membentuk satuan populasi. Satu individu terdapat 20 gen yang berisi gen dari 1 sampai 20 yang membentuk rute pendistribusian Terminal BBM. Salah satunya adalah:

Individu 1: $0 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 11 \rightarrow 18 \rightarrow 4 \rightarrow 17 \rightarrow 6 \rightarrow 15 \rightarrow 14 \rightarrow 3 \rightarrow 16 \rightarrow 19 \rightarrow 13 \rightarrow 8 \rightarrow 20 \rightarrow 12 \rightarrow 1 \rightarrow 7 \rightarrow 0$

Individu 2: $0 \rightarrow 7 \rightarrow 18 \rightarrow 6 \rightarrow 12 \rightarrow 17 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 14 \rightarrow 1 \rightarrow 13 \rightarrow 11 \rightarrow 4 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 16 \rightarrow 20 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 15 \rightarrow 19 \rightarrow 0$

E. Evaluasi Nilai Fitness

Setelah dilakukan pembangkitan populasi awal, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *fitness* dari setiap individu. Nilai *fitness* digunakan untuk menentukan rute terpendek. Setiap individu dihitung jarak totalnya, kemudian dihitung nilai *fitness*nya.

TABEL 2. NILAI FITNESS

Fitness	Nilai Fitness	Fitness	Nilai Fitness
Fitness 1	0.0030	Fitness 3	0.0016
Fitness 2	0.0023	Fitness 4	0.00090

F. Seleksi

Tahap selanjutnya yaitu tahap seleksi, fungsi tahap seleksi adalah memilih secara acak individu dari populasi untuk dijadikan sebagai induk. Induk tersebut akan dilakukan proses pindah silang dengan individu lain yang terpilih. Metode yang digunakan dalam proses seleksi ini adalah metode *roulette wheel selection*, Metode ini dapat dianalogikan seperti permainan roda putar. Pada permainan roda putar, lingkaran roda dibagi menjadi beberapa wilayah. Pada *roulette wheel selection*, lebar suatu wilayah kromosom ditentukan menurut nilai *fitness*nya, semakin besar nilai *fitness*nya maka akan semakin besar wilayahnya, dan semakin besar pula peluang kromosom tersebut untuk dipilih.

Induk 1 = Individu 5 = $0 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 11 \rightarrow 18 \rightarrow 4 \rightarrow 17 \rightarrow 6 \rightarrow 15 \rightarrow 14 \rightarrow 3 \rightarrow 16 \rightarrow 19 \rightarrow 13 \rightarrow 8 \rightarrow 20 \rightarrow 12 \rightarrow 1 \rightarrow 7 \rightarrow 0$

Induk 2 = Individu 19 = $0 \rightarrow 7 \rightarrow 18 \rightarrow 6 \rightarrow 12 \rightarrow 17 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 14 \rightarrow 1 \rightarrow 13 \rightarrow 11 \rightarrow 4 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 16 \rightarrow 20 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 15 \rightarrow 19 \rightarrow 0$

G. Crossover

Setelah terpilih induk-induk dari proses seleksi, selanjutnya induk-induk tersebut akan dilakukan proses pindah silang. Pindah silang akan menghasilkan individu baru hasil dari 2 induk yang disebut anak. Pindah silang ini diimplementasikan dengan skema *order crossover*.

Setiap pasang induk menghasilkan sepasang anak agar proses seleksi pada generasi selanjutnya mendapatkan jumlah populasi yang sama. Proses pindah silang ditentukan oleh Pc (*Probabilitas Crossover*) dan nilai probabilitas pasangan induk. Setiap pasang induk akan diberikan suatu bilangan acak [0, 1] , jika probabilitas pasangan induk kurang dari Pc maka dilakukan pindah silang dan berlaku sebaliknya. Apabila tidak terjadi pindah silang maka anak untuk generasi berikutnya adalah induk tersebut.

Anak 1: $0 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 12 \rightarrow 17 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 14 \rightarrow 1 \rightarrow 13 \rightarrow 11 \rightarrow 4 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 16 \rightarrow 20 \rightarrow 5 \rightarrow 18 \rightarrow 15 \rightarrow 19 \rightarrow 0$

Anak 2: $0 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 11 \rightarrow 18 \rightarrow 4 \rightarrow 17 \rightarrow 6 \rightarrow 15 \rightarrow 14 \rightarrow 3 \rightarrow 16 \rightarrow 19 \rightarrow 13 \rightarrow 8 \rightarrow 20 \rightarrow 7 \rightarrow 12 \rightarrow 1 \rightarrow 0$

H. Mutasi

Setelah dilakukannya proses pindah silang, anak yang dihasilkan dari proses tersebut selanjutnya akan diproses ke tahap mutasi. Skema mutasi yang digunakan adalah *swapping mutation*. Untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan [0,1] kurang dari probabilitas mutasi yang ditentukan, maka nilai gen tersebut akan ditukarkan dengan nilai gen lain yang dipilih secara acak. Proses mutasi dilakukan pada anak hasil pindah silang dengan tujuan untuk memperoleh individu baru sebagai kandidat

solusi pada generasi selanjutnya dengan *fitness* yang lebih baik, dan lama-kelamaan menuju solusi optimum yang diinginkan.

Anak 1: 0 → 2 → 10 → 18 → 9 → 14 → 1 → 11 → 13 → 7 → 6 → 17 → 15 → 12 → 4 → 5 → 16 → 3 → 8 → 19 → 20 → 0

Anak 2: 0 → 15 → 20 → 8 → 14 → 9 → 3 → 16 → 10 → 13 → 2 → 11 → 4 → 18 → 5 → 1 → 19 → 12 → 6 → 7 → 17 → 0

I. Pembentukan Populasi Baru

Setelah langkah-langkah di atas dilakukan, maka dibentuk populasi selanjutnya di generasi kedua. Individu terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi pada populasi awal dibawa ke populasi selanjutnya, proses ini dinamakan sebagai *elitism*. Proses *elitism* bertujuan untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tersebut tidak hilang selama proses evolusi.

Individu 1: 0 → 14 → 20 → 13 → 11 → 12 → 15 → 8 → 10 → 1 → 4 → 19 → 16 → 6 → 9 → 7 → 17 → 2 → 3 → 5 → 18 → 0 = 396.6km

Individu 2: 0 → 20 → 13 → 11 → 12 → 15 → 18 → 8 → 10 → 1 → 16 → 19 → 4 → 6 → 17 → 7 → 9 → 2 → 3 → 5 → 14 → 0 = 504km

J. Hasil Akhir

Setelah menggunakan metode Algoritma Genetika dari 20 Individu, terpilihlah rute terpendek yaitu 396.6km dengan rute seperti di F individu 1. Adapun rute yang digunakan Terminal BBM Boyolali dengan jumlah SPBU yang sama memiliki total jarak 507.2km. Hal tersebut terlihat jelas bahwa teknik Algoritma Genetika memberikan rute yang lebih baik dari rute sebelumnya sehingga dapat meningkatkan efektifitas dan produktivitas operasional dan SDM Terminal BBM.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil pengujian dan analisis dengan menggunakan Algoritma Genetika diperoleh kesimpulan bahwa Metode Algoritma Genetika dapat menyelesaikan permasalahan optimalisasi distribusi BBM khususnya *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dengan baik. Hasil analisa terlihat bahwa output sudah memberikan hasil yang lebih baik dari output sebelumnya. Setelah melakukan pengujian terhadap data input 20 SPBU terpilih yang diteliti, diperoleh hasil bahwa pemilihan rute distribusi menggunakan Algoritma Genetika lebih baik dari pemilihan rute yang dimiliki Terminal BBM sebelumnya.

B. Saran

Algoritma Genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah distribusi BBM di Terminal BBM khususnya Terminal BBM Boyolali MOR IV. Algoritma Genetika dapat digunakan peneliti lain untuk menyelesaikan permasalahan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.N. Mohd, "Genetic Algorithm for Large Scale Vehicle Routing Problem Subject to Precedence Constraints, Malaysia: Universiti Malaysia Pahang," *Social and Behavioral Science* 195, 2015, pp.1922-1931
- [2] E. Gunes, "An open source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems," *Computers and Operations Research*, 2017, pp.62-72.
- [3] Gunawan, I. Maryati, dan Kurniawan. W. , "Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony Optimization," Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, Surabaya: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya, 2012.
- [4] N. Habibeh and S.L. Lai, "Optimised crossover genetic algorithm for capacitated vehicle routing problem, Malaysia: Universiti Putra Malaysia," *Applied Mathematical Modelling* 36, 2011, pp.2110-2117.
- [5] J.H. Holland, *Adaptations in Natural and Artificial Systems*. MA, USA: MIT Press Cambridge, 1992.
- [6] Hidayat, I., "Penerapan Algoritma Genetika pada penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* untuk distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman," unpublished.
- [7] Fradina, S.E., "Penerapan algoritma genetika dan algoritma *sweep* pada penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* untuk optimasi pendistribusian guls," unpublished.

- [8] Arif, A., “Algoritma Genetika pada penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (Optimasi Rute Pendistribusian Aqua Galon PT. Tirta Investama),” unpublished.
- [9] Ms. S. Geetha Msc., Mrs. N. Vijayalakshmi MCA., M. Phil., “*A Survey on Genetic Algorithm for Vehicle Routing Problem,*” IJARCCCE. vol. 5, pp. 2257-2319, February 2016
- [10] Toth, P dan Vigo, D. *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: University City Science Center, 2002.