

**OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI TABUNG GAS MENGGUNAKAN METODE
ALGORITMA GENETIKA
(Studi Kasus : PT Samator Gas Gresik)**

**OPTIMIZATION DISTRIBUTION ROUTE OF GAS TUBE USING GENETIC
ALGORITHM METHOD
(Case study : PT Samator Gas Gresik)**

Deriavinti Tri Indah Indarsari Mega Cahyaningrum¹⁾, Purnomo Budi Santoso²⁾,
Ceria Farela Mada Tantrika³⁾

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email : meghacahyaningrum@gmail.com¹⁾, budiakademia@gmail.com²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT. Samator Gas Gresik merupakan perusahaan gas-gas industri yang memproduksi gas-gas seperti oksigen, nitrogen, karbondioksida, argon, dan hydrogen. PT. Samator Gas Gresik mendistribusikan produknya ke beberapa kota di Jawa Timur. Distribusi yang sudah ada dilakukan dengan menetapkan satu kendaraan yang menyalurkan produk untuk setiap pelanggan. Ini berarti bahwa apabila perusahaan memiliki enam pelanggan maka enam kendaraan akan ditugaskan. Rute distribusi juga ditentukan oleh pengemudi secara subjektif tanpa mempertimbangkan rute yang terbaik untuk pergi ke tempat pelanggan. Penelitian ini mengalokasikan muatan dan memilih kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan tabung gas. Kemudian, Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan menetapkan parameter algoritma genetika. Algoritma Genetika dijalankan dengan menggunakan Delphi 2010. Efisiensi pendistribusian dievaluasi berdasarkan total jarak dan biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT Samator Gas Gresik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute distribusi yang diperoleh dengan algoritma genetika memiliki rute yang berbeda dari rute distribusi yang telah ada. Dengan menggunakan algoritma genetika, total jarak tempuh mengalami penurunan sebesar 8034,6 kilometer atau 60,87% dan total biaya distribusi mengalami penurunan sebesar Rp 19.227.100 atau sebesar 70,27 %. Hal ini terbukti bahwa algoritma genetika mampu menghemat jarak tempuh dan biaya distribusi.

Kata Kunci: Rute distribusi, jarak, biaya distribusi, efisiensi, Algoritma Genetika

1. Pendahuluan

Persaingan yang intensif yang disebabkan semakin berkembangnya perusahaan gas industri di Indonesia membuat perusahaan gas menggali potensi yang dimiliki dan menggunakan strategi untuk dapat unggul dalam persaingan tersebut. Salah satu strategi untuk menang adalah distribusi produk yang baik. Tujuan dari pendistribusian produk adalah untuk memberikan produk kepada pelanggan dengan kualitas yang baik, dalam jumlah yang tepat, pada waktu yang diinginkan dan dalam kondisi yang baik seperti yang diharapkan oleh pelanggan. Untuk alasan efisiensi, rute distribusi harus dipertimbangkan dengan hati-hati untuk menghindari pemborosan. PT Samator Gas Gresik merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi gas-gas industri seperti oksigen, nitrogen, karbondioksida, argon, dan hidrogen. Sebagai obyek penelitian PT Samator Gas Gresik memproduksi gas-gas

industri dalam bentuk *liquid* maupun gas dalam bentuk tabung gas.

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan, proses distribusi tabung gas yang sudah ada dilakukan dengan menetapkan satu kendaraan yang menyalurkan produk untuk setiap pelanggan. Ini berarti bahwa jika perusahaan memiliki enam pelanggan maka enam kendaraan akan ditugaskan. Rute distribusi juga ditentukan oleh pengemudi secara subjektif tanpa mempertimbangkan rute terbaik untuk pergi ke tempat pelanggan.

Permasalahan rute distribusi yang sesuai dengan kondisi *existing* dimana satu kendaraan hanya melayani satu atau dua konsumen tanpa mempertimbangkan jumlah muatan yang ada dapat diselesaikan dengan mengalokasikan jumlah muatan sehingga sejumlah konsumen dapat dikunjungi dalam satu kali angkut untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan. Fisher (1995) dalam Bjarnadóttir (2004) menjelaskan

permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) sebagai sebuah pencarian terhadap cara penggunaan yang efisien dari sejumlah kendaraan yang harus melakukan perjalanan dan mengunjungi sejumlah tempat untuk mengantar dan/atau menjemput orang atau barang.

Untuk penentuan rute distribusi menjadi lebih optimal, dibutuhkan penyelesaian yang banyak digunakan pada masalah yang berfokus pada pencarian parameter-parameter optimal (Suyanto, 2005). Salah satu cara penyelesaian masalah optimasi adalah dengan penggunaan Algoritma Genetika (AG). Menurut Goldberg (1989) dalam Suyanto (2005), Algoritma Genetika sebagai algoritma pencarian yang didasarkan pada mekanisme seleksi alamiah dan genetika alamiah (Suyanto, 2007). Algoritma ini tepat digunakan dalam menemukan solusi yang dapat diterima untuk masalah yang kompleks dan susah diselesaikan menggunakan metode konvensional.

Penelitian ini bertujuan mendesain, menganalisa dan membandingkan rute distribusi yang telah ada dengan rute hasil menggunakan metode algoritma genetika supaya rute distribusi dapat berjalan efektif dan efisien di masa mendatang. Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan menetapkan parameter algoritma genetika. Algoritma Genetika dijalankan dengan menggunakan Delphi 2010. Fungsi tujuan dari permasalahan ini untuk meminimalkan jarak tempuh rute distribusi dimana jarak tempuh berhubungan dengan total biaya distribusi yang dikeluarkan.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian melalui pendekatan kuantitatif, menganalisis obyek secara kuantitatif dengan tujuan memperbaiki praktek yang ada.

2.1 Studi Lapangan

Tahap studi lapangan ini adalah melakukan observasi ke tempat penelitian untuk mengumpulkan informasi dan memperoleh gambaran kondisi objek penelitian.

2.2 Identifikasi Masalah

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi terhadap obyek yang akan diamati agar lebih memahami suatu permasalahan yang timbul. Pada tahap ini, akan dikaji

permasalahan yang ada pada PT Samator Gas Gresik.

2.3 Studi Pustaka

Hasil dari studi lapangan perlu didukung dengan teori-teori yang sudah ada sebelumnya, agar dapat dijadikan referensi untuk mendukung penelitian ini.

2.4 Merumuskan Masalah Penelitian

Setelah melakukan identifikasi masalah awal dan studi pustaka, selanjutnya menentukan rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini.

2.5 Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini ditujukan agar mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya.

2.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses yang dilakukan dalam penelitian untuk memperoleh informasi yang relevan dengan permasalahan dalam penelitian yang nantinya akan menjadi input pada tahap pengolahan data. Data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain data jenis kendaraan dan kapasitas, data wilayah distribusi tabung gas, data biaya konsumsi bahan bakar tiap kendaraan, data konsumen harian dan data biaya distribusi.

2.7 Penentuan Algoritma

Suatu proses untuk menentukan tahapan yang harus dilakukan selama proses pengolahan data. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Representasi kromosom
2. Menentukan populasi awal
3. Menghitung nilai *fitness*
4. Proses seleksi kromosom
5. Proses *crossover*
6. Proses mutasi
7. Evaluasi dan kriteria berhenti

2.8 Pengolahan Data

Langkah-langkah dari pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan terlebih dahulu kendaraan yang dibutuhkan, jumlah permintaan berdasarkan kendaraan dan jumlah konsumen yang akan dikunjungi.

- b. Setelah mengetahui jumlah konsumen yang akan dikunjungi, kemudian dilakukan representasi kromosom yang merupakan proses untuk menerjemahkan masalah ke dalam bentuk kromosom. Materi genetik sebuah individu mengandung beberapa rute yang merupakan urutan pelanggan yang memesan tabung gas dan semua permintaan pelanggan berada dalam satu rute.
- c. Selanjutnya adalah menentukan populasi awal yang merupakan jumlah kromosom yang ada dalam satu populasi. Populasi awal dipilih secara random.
- d. Menghitung nilai *fitness* yang dihasilkan dari fungsi *fitness* dimana fungsi ini digunakan untuk mengukur nilai kecocokan suatu kromosom. Nilai *fitness* ini menggambarkan seberapa baik solusi yang diperoleh.
- e. Melakukan proses seleksi kromosom menggunakan metode roulette wheel dimana peluang tiap kromosom terpilih sebanding dengan nilai *fitness*-nya. Kromosom yang memiliki nilai *fitness* paling besar memiliki peluang yang besar juga untuk terpilih sebagai induk.
- f. Selanjutnya dilakukan proses crossover yaitu proses pindah silang antar kromosom yang terpilih. Banyaknya kromosom yang mengalami *crossover* ditentukan oleh *crossover probability* (P_c). Kromosom yang memiliki nilai random lebih kecil dari *crossover probability* (P_c) akan mengalami *crossover*.
- g. Pada proses mutasi ini menentukan *offspring* yang dapat melakukan mutasi dengan cara menentukan peluang mutasi (P_m) yaitu dengan rumus $1/n$ dimana n adalah jumlah gen dalam kromosom. Peluang mutasi tersebut mengendalikan banyaknya gen baru yang akan dimunculkan untuk dievaluasi.
- h. Algoritma genetika akan berhenti jika memenuhi salah satu dari dua kriteria berhenti yaitu maksimum generasi dan *stall generation*.
- i. Setelah melalui tahapan dalam algoritma genetika maka diperoleh rute distribusi dengan total jarak yang paling minimal. Kemudian dilakukan perhitungan biaya distribusi yang diperoleh dari perkalian total jarak dengan biaya konsumsi bahan bakar tiap kendaraan kemudian ditambahkan dengan biaya tol dan uang makan sopir dan kernet.

2.9 Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis rute hasil pengolahan data menggunakan metode algoritma genetika. Dari perbandingan jarak dan biaya distribusi *existing* dan usulan diharapkan hasil yang lebih baik dengan adanya selisih penghematan jarak dan biaya distribusi.

2.10 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisa data yang menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Saran ditujukan untuk perbaikan penelitian selanjutnya

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan yaitu yang berkaitan dengan proses distribusi tabung gas, yang terdiri dari data jenis kendaraan dan kapasitas, data biaya konsumsi bahan bakar tiap kendaraan, data wilayah distribusi tabung gas, data konsumen harian dan data biaya distribusi.

3.1 Data Jenis Kendaraan

Moda transportasi yang digunakan PT Samator Gas Gresik untuk mendistribusikan tabung gas adalah truk jenis bak. Terdapat 8 kendaraan beserta besar kapasitasnya yang digunakan oleh PT Samator Gas Gresik seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Jenis Kendaraan Dan Kapasitas

No	Kode Truk	NoPol	Merk	Tahun	Kapasitas (kg)
1	T1	L25JH	COLD DIESEL 135 PS	1997	4.000
2	T2	W87K	HINO DUTRO 130 MDL	2012	4.895
3	T3	W23K	HINO DUTRO 130 MDL	2012	4.895
4	T4	W21K	HINO DUTRO 130 MDL	2012	4.895
5	T5	W82G	HINO FL 260 JT	2010	8.518
6	T6	W81G	HINO FL 260 JT	2010	8.518
7	T7	W55H	NISSAN CO 340	1996	10.800
8	T8	W43E	NISSAN EURO	2004	8.518

3.2 Data Biaya Konsumsi Bahan Bakar Tiap Kendaraan

Biaya konsumsi bahan bakar minyak adalah biaya yang dikeluarkan untuk

penggunaan bahan bakar tiap kendaraan yang digunakan untuk melakukan pendistribusian ke lokasi konsumen yang dituju. Besar biaya konsumsi bahan bakar minyak per kilometer untuk setiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Biaya Konsumsi Bahan Bakar

No	Kode Truk	Biaya bahan bakar minyak/km
1	T1	Rp 1.500/km
2	T2	Rp 750/km
3	T3	Rp 750/km
4	T4	Rp 750/km
5	T5	Rp 750/km
6	T6	Rp 750/km
7	T7	Rp 1.500/km
8	T8	Rp 900/km

3.3 Data Wilayah Distribusi Tabung Gas

PT Samator Gas Gresik memiliki wilayah pendistribusian tabung gas sebanyak 37 konsumen yang tersebar di beberapa wilayah. Sedangkan untuk data konsumen harian dalam penelitian ini adalah data konsumen beserta jumlah permintaan tabung gas yang akan dikirim pada bulan September 2013. Adapun daftar konsumen tabung gas disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Alamat Konsumen Tabung Gas

No	Kode Konsumen	Alamat
1	K1	Jalan Manyar Kartika, Surabaya
2	K2	Jalan Raya Surabaya Mojokerto, Bringinbendo, Sidoarjo
3	K3	Jalan Raya Kemangsén, Balongbendo
4	K4	Ds. Tanjung Sari, Taman, Sidoarjo
5	K5	Ds Ngerong, Gempol
6	K6	Dsn. Larangan, Krikilan, Gresik
7	K7	Jalan Manyar Kertoadi, Surabaya
8	K8	Jalan Rungkut Industri, Surabaya
9	K9	Jalan Raya Surabaya-Malang, Gempol, Pasuruan
10	K10	Mastrip, Warugunung Karangpilang, Surabaya
11	K11	Jalan Raya Manyar, Desa Sukomulyo, Gresik
12	K12	Jalan Raya Sumengko, Pasiran - Wringinanom Gresik
13	K13	Desa Kedungturi - Taman, Sidoarjo
14	K14	Jalan Raya Kecamatan Taman, Sidoarjo
15	K15	Jalan By Pass Sidomojo, Krian
16	K16	Ds Krikilan Kec. Driyorejo

Tabel 3. Daftar Alamat Konsumen Tabung Gas (Lanjutan)

No	Kode Konsumen	Alamat
17	K17	Jalan Kalijaten Warunggunung Karangpilang Surabaya
18	K18	Jalan Krikilan, Driyorejo, Surabaya
19	K19	Jalan Rungkut Industri, Surabaya
20	K20	Jalan Raya Pasuruan-Malang, Kejayan
21	K21	Jalan Sumber Waras Kalirejo, Lawang, Jawa Timur
22	K22	Ujung Surabaya, Ujung, Semampir Surabaya
23	K23	Jalan Rembang Industri Raya, Rembang Pasuruan
24	K24	Jalan Raya Mastrip Kedurus, Surabaya
25	K25	Jalan Brebek Industri, Waru
26	K26	Jalan Darmahusada, Surabaya
27	K27	Jalan Embong Malang, Surabaya
28	K28	Jalan Tanjung Tembaga, Surabaya
29	K29	Jalan KIG Raya Utara, Gresik
30	K30	Laksda Adi Sucipto, Blimbing Malang
31	K31	Jalan Muncul Gedangan, Sidoarjo
32	K32	Jalan Nyamplungan, Surabaya
33	K33	Jalan Raya Gubeng, Surabaya
34	K34	Jalan Rungkut Industri, Surabaya
35	K35	Jalan Raya Darmo Permai, Surabaya
36	K36	Jalan Kapten Darmo Sugondo, Gresik
37	K37	Jalan Bintoro Desa Wonokoyo, Pasuruan

3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan mengalokasikan jumlah serta kode kendaraan mana yang akan digunakan untuk melakukan pendistribusian tabung gas ke konsumen dengan mempertimbangkan jumlah tabung gas yang dikirim, apakah sesuai dengan kapasitas maksimal kendaraan yang akan digunakan serta biaya konsumsi bahan bakar yang akan dikeluarkan dengan harapan satu kendaraan mampu melayani lebih dari satu konsumen sehingga mampu menghasilkan rute dan biaya distribusi yang lebih baik. Setelah itu menentukan rute dengan metode Algoritma Genetika yang akan menghasilkan rute hasil. Rute hasil tersebut akan dihitung kembali jarak tempuh dan biaya distribusi kemudian akan dibandingkan dengan rute dan biaya *existing* yang akan dibahas dalam subbab pembahasan.

3.4.1 Alokasi Jumlah Muatan dan Tipe Kendaraan yang Digunakan

Data yang telah diperoleh dari perusahaan belum dapat digunakan dalam pengolahan

sebab jarak antar konsumen belum diketahui. Dengan bantuan *Googlemaps* dapat diperoleh jarak antar konsumen yang kemudian jarak tersebut disusun dalam bentuk matriks jarak. Pada hari pertama terdapat 5 konsumen yang sudah memesan tabung gas kepada *sales counter* yang kemudian akan diserahkan ke bagian distribusi untuk proses pendistribusian tabung gas. Dilakukan perhitungan untuk mengalokasikan tipe kendaraan mana yang akan mendistribusikan tabung gas kepada 5 konsumen yang berbeda lokasi yaitu dengan memperhitungkan jumlah tabung gas yang diangkut. Pada hari tersebut jumlah tabung gas yang akan dikirim sebanyak 186 buah. Jumlah tabung tersebut dikalikan dengan berat tiap tabung yang berbeda-beda sehingga menghasilkan total beban yang diangkut yaitu sebesar 8.350 kg, dan kendaraan yang mampu menampung jumlah tabung gas beserta jumlah beban adalah kendaraan dengan kode T5 atau T6. Pemilihan kendaraan yang digunakan mempertimbangkan biaya konsumsi bahan bakar yaitu kendaraan dengan konsumsi bahan bakar yang kecil yang akan dipilih. Pengolahan data menggunakan metode algoritma genetika dengan bantuan program Delphi 2010.

3.4.2 Pembentukan Kromosom dan Inisialisasi Populasi

Menurut Berlianty dan Arifin (2010), langkah dalam pembentukan kromosom ini adalah mengkonversikan masalah ke dalam bentuk kromosom. Dalam hal ini pembentukan kromosom sesuai dengan banyaknya titik (kode konsumen) yang akan dikunjungi. Kemudian dilakukan inisialisasi populasi yaitu dengan membangkitkan titik (kode konsumen) sesuai dengan kode pada matriks jarak antar konsumen. Pembangkitan populasi ini dilakukan secara random sebanyak jumlah populasi yang diinginkan. Pembangkitan populasi secara random ini menghasilkan calon solusi awal yang akan melalui tahap-tahap dalam algoritma genetika sehingga menghasilkan rute dengan jarak yang lebih baik dari rute awal. Dalam hal ini jumlah populasi yang diinginkan adalah 10. Jumlah gen dalam kromosom tergantung pada banyaknya titik (kode konsumen) yang akan dikunjungi. Sedangkan posisi gen menunjukkan posisi kunjungan sehingga kromosom tersebut menunjukkan rute yang ditempuh oleh kendaraan.

Contoh salah satu kromosom setelah melakukan proses inisialisasi populasi adalah kromosom kode konsumen awal = [K30 K31 K25 K2 K3], setelah dibangkitkan menjadi [K2 K3 K31 K25 K30]. Kromosom sebelum dibangkitkan adalah [K30 K31 K25 K2 K3], yang berarti rute berawal dari konsumen dengan kode K30 menuju K31 lalu K25 kemudian K2 dan yang terakhir menuju K3. Setelah dibangkitkan secara random diperoleh kromosom baru yaitu [K2 K3 K31 K25 K30], yang berarti rute berawal dari konsumen dengan kode K2 menuju K3, kemudian K31, lalu K25 dan terakhir menuju K30.

3.4.3 Menghitung Nilai Fitness

Menghitung nilai *fitness* dilakukan agar dapat mengetahui kebugaran dari masing-masing kromosom (urutan rute) yaitu dengan menghitung nilai jarak tempuh tiap rute dari hasil inisialisasi populasi. Sesuai dengan formulasi permasalahan *Vehicle Routing Problem* seperti yang dikemukakan oleh Sarwadi (1995) dalam Sarwadi dan Anjar (2004) sehingga persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *fitness* pada permasalahan ini adalah persamaan 1.

$$z = \sum_{i=1}^{n-1} x_i(i+1) \quad (\text{Pers.1})$$

dimana N merupakan jumlah konsumen yang akan dikunjungi. Menghitung nilai *fitness* dapat dicontohkan seperti kromosom hasil inisialisasi yaitu [K2 K3 K31 K25 K30] dengan menjumlahkan jarak antara titik konsumen sesuai urutan yaitu K2 dengan K3, K3 dengan K31, K31 dengan K25, dan K25 dengan K30. Dari penjumlahan jarak antar titik konsumen tersebut diperoleh nilai total jarak yaitu sebesar 55,2 km.

3.4.4 Seleksi

Dalam proses seleksi digunakan metode *roulette wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran secara proporsional sesuai dengan nilai *fitness*nya (Suyanto, 2005). Kromosom yang memiliki nilai *fitness* lebih besar akan menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom yang memiliki nilai *fitness* lebih rendah. Kromosom akan terpilih apabila bilangan acak yang dibangkitkan berada dalam interval kumulatifnya.

3.4.5 Pindah Silang (Crossover)

Tujuan dari proses *crossover* adalah dapat menghasilkan kromosom yang mengarah pada solusi yang lebih baik. Aturan dalam proses *crossover* ini adalah *crossover* bisa dilakukan hanya jika suatu bilangan acak yang dibangkitkan kurang dari probabilitas *crossover* yang ditentukan (Suyanto, 2005). Probabilitas *crossover* menentukan peluang kromosom yang akan mengalami *crossover*. Kemudian dilakukan random bilangan antara [0 1], apabila hasil dari random bilangan kurang dari probabilitas maka kromosom tersebut mengalami proses *crossover*. Contoh pasangan kromosom yang akan melakukan proses *crossover* adalah kromosom ke 2 [K3 K25 K2 K31 K30] dengan kromosom ke 7 [K25 K3 K31 K30 K2].

induk 1	K3	K25	K2	K31	K30
induk 2	K25	K3	K31	K30	K2
anak 1	K3	K25	K31	K30	K2
anak 2	K25	K3	K2	K31	K30

Gambar 1. Contoh Kromosom Yang Mengalami *Crossover*

Pasangan kromosom yang terpilih untuk proses *crossover* diperoleh dari hasil random bilangan kemudian dipilih hasil bilangan acak yang kurang dari probabilitas *crossover*. Posisi *crossover* satu titik pada kromosom tersebut diperoleh dengan cara random bilangan antara 1 hingga (L-1), dimana L adalah nomor kromosom terbesar (Kusumadewi, 2003). Misalkan hasil random bilangan tersebut adalah 2 maka posisi titik pada kromosom yang akan di *crossover* adalah titik ke 2 sehingga hasil dari proses *crossover* tersebut adalah kromosom 2 menjadi [K3 K25 K2 K31 K30], sedangkan kromosom 7 menjadi [K25 K3 K31 K30 K2].

3.4.6 Mutasi

Aturan pada proses mutasi sama dengan aturan pada *crossover* yaitu mutasi bisa dilakukan apabila bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi. Probabilitas mutasi menunjukkan prosentase jumlah total gen pada populasi yang akan mengalami mutasi (Kusumadewi, 2003). Misalkan probabilitas mutasi yang digunakan

adalah 0,2 maka diharapkan 20% dari total gen akan mengalami mutasi. Jumlah gen yang ada pada populasi yaitu jumlah populasi dikalikan panjang kromosom. Contoh salah satu kromosom yang akan melakukan proses mutasi adalah kromosom rute konsumen [K25 K3 K31 K30 K2].

Kromosom sebelum mutasi	K25	K3	K31	K30	K2
Kromosom hasil mutasi	K25	K31	K3	K30	K2

Gambar 2. Contoh Kromosom Yang Mengalami Mutasi

Kemudian bangkitkan bilangan random yang akan menunjukkan posisi mana yang akan mengalami mutasi. Misalkan pada contoh bilangan random yang dibangkitkan dan yang kurang dari probabilitas mutasi adalah terletak pada titik ke 2 dan 3 maka K3 dan K31 yang akan mengalami mutasi. Sehingga terbentuk kromosom rute konsumen baru setelah mutasi yaitu [K25 K31 K3 K30 K2].

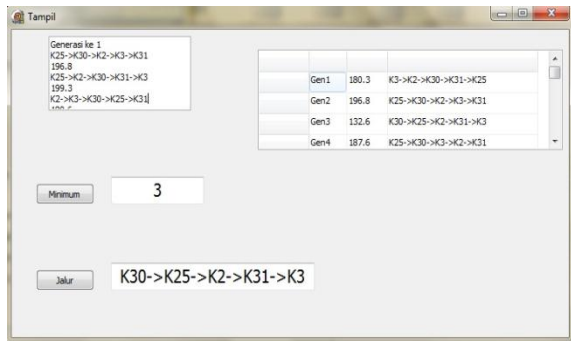
3.5 User Interface

Pengolahan data menggunakan metode algoritma genetika dengan bantuan program Delphi 2010. Berikut merupakan tampilan Form1 yang telah dibuat dengan bantuan program Delphi 2010.

Gambar 3. Form1

Gambar 3 adalah tampilan Form1 dimana pada bagian kiri adalah tempat untuk input banyak titik yang akan dikunjungi beserta jarak antar titik. Data jarak antar titik dapat diketahui dari matriks jarak yang sebelumnya diperoleh dengan bantuan *Googlemaps*. Jarak terdekat adalah jarak antar konsumen berkode K25 dengan konsumen berkode K31 yaitu 8,3 km. Sedangkan jarak terjauh adalah jarak antar konsumen berkode K2 dengan konsumen berkode K30 yaitu 86,9 km. Pada bagian kanan adalah tempat untuk input banyak populasi yang diinginkan. Pada studi kasus ini populasi yang diinginkan sebanyak 10. Kemudian klik

pada *bt_populasi* sehingga akan muncul angka-angka yang merupakan calon solusi optimal yang dilakukan secara acak. Input jumlah generasi yang diinginkan yaitu sebesar 10. Kemudian klik Start GA yang akan menghasilkan tampilan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampil

Gambar 4 adalah tampilan dari hasil pengolahan data menggunakan metode Algoritma Genetika dengan bantuan program Delphi 2010. Pada setiap generasi, terjadi beberapa iterasi hingga sampai generasi ke 10 dan iterasi berhenti. Dari iterasi yang terjadi pada masing-masing generasi dipilih satu hasil jarak yang terbaik (dalam hal ini dipilih yang paling minimum). Dari ke 10 generasi, yang menunjukkan hasil jarak yang paling minimum adalah generasi ke 3 dengan total jarak sebesar 132,6 km dan rute dari kota K30→K25→K2→K31→K3. Hasil tersebut apabila ditambahkan dengan jarak dari pabrik ke lokasi pertama dan jarak dari lokasi terakhir kembali ke pabrik akan menjadi :

Total jarak tempuh
 $= P \rightarrow K30 \rightarrow K25 \rightarrow K2 \rightarrow K31 \rightarrow K3 \rightarrow P$
 $= 90,9 \text{ km} + (79,8 \text{ km} + 17,6 \text{ km} + 15,3 \text{ km} + 19,9 \text{ km}) + 14,9 \text{ km}$
 $= 90,9 \text{ km} + 132,6 \text{ km} + 14,9 \text{ km}$
 $= 238,4 \text{ km}$

Dengan cara yang sama seperti pengolahan data tanggal 2 September 2013, maka diperoleh rute distribusi tabung gas selama bulan September 2013 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rute Hasil Menggunakan Metode Algoritma Genetika

Tgl	Rute	Total Jarak Tempuh (km)
2	P→K30→K25→K2→K31→K3→P	238,4
3	P→K15→K29→K28→K1→K31→P	113,4
4	P→K29→K26→K28→K31→K13→K15→P	141
5	P→K13→K26→K28→K22→K29→K10→K31→K37→K30→P	273,8

Lanjutan Tabel 4. Rute hasil menggunakan metode algoritma genetika

Tgl	Rute	Total Jarak Tempuh (km)
6	P→K28→K22→K29→K26→K31→K16→K17→P	135,9
7	P→K29→K26→K14→K31→P	111,8
9	P→K31→K28→K35→K27→K22→K29→K30→K23→P	304,2
10	P→K29→K28→K7→K18→K15→P	125,1
11	P→K29→K26→K5→K30→K31→K28→K6→P	299,7
12	P→K29→K26→K31→K28→K22→K25→K20→P	267,3
13	P→K29→K6→K28→K31→K31→K3→K7→P	203,4
14	P→K30→K35→K26→K6→K29→P	294,6
16	P→K29→K15→K25→K31→K32→K28→P	164,3
17	P→K29→K28→K7→K13→K31→P	116
18	P→K30→K14→K26→K8→K29→K28→P	285,3
19	P→K28→K29→K11→K19→K26→K31→P	138,4
20	P→K26→K33→K28→K29→K25→K31→K15→P	145
21	P→K9→K26→K31→K29→K6→P	228,3
23	P→K28→K31→K25→K6→K29→K37→K30→P	317,4
24	P→K25→K26→K35→K14→K31→K28→K36→P	141
25	P→K26→K28→K35→K31→K14→K16→P	92,1
26	P→K14→K37→K30→K12→K29→K28→K26→K31→P	283,9
27	P→K29→K28→K31→K2→K24→K23→K20→P	245,9
28	P→K29→K28→K7→K31→K15→P	129,6
30	P→K30→K21→K31→K4→K12→K13→K34→P	239,2
	P→K29→K22→K7→K28→K2→P	129,4

Perhitungan biaya pembelian bahan bakar yaitu dengan mengkalikan biaya konsumsi bahan bakar per kilometer dengan jarak tempuh kendaraan. Adapun hasil perhitungan biaya konsumsi bahan bakar hari 1 yaitu:

Biaya pembelian bahan bakar
 $= \text{biaya konsumsi bahan bakar kendaraan} \times \text{jarak tempuh kendaraan}$
 $= \text{Rp } 750/\text{km} \times 238,4 \text{ km}$
 $= \text{Rp } 178.800$

Biaya konsumsi bahan bakar untuk pendistribusian tabung gas selama 25 hari dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Pembelian Bahan Bakar Hasil Pengolahan Data

Tgl	Total Jarak Tempuh (km)	Jumlah Tabung (tabung)	Kode Kendaraan yang digunakan	Biaya BBM (Rp)
2	238,4	186	T5/T6	178.800
3	113,4	233	T7	170.100

Lanjutan Tabel 5. Biaya Pembelian Bahan Bakar Hasil Pengolahan Data

Tgl	Total Jarak Tempuh (km)	Jumlah Tabung (tabung)	Kode Kendaraan yang digunakan	Biaya BBM (Rp)
4	141	246	T7	211.500
5	273,8	219	T7	410.700
6	135,9	194	T7	203.850
7	111,8	148	T5/T6	83.850
9	304,2	196	T7	456.300
10	125,1	115	T5/T6	93.825
11	299,7	212	T7	449.550
12	267,3	193	T7	400.950
13	203,4	138	T5/T6	152.550
14	294,6	159	T5/T6	220.950
16	164,3	188	T7	246.450
17	116	122	T5/T6	87.000
18	285,3	144	T5/T6	213.975
19	138,4	150	T5/T6	103.800
20	145	211	T7	217.500
21	228,3	176	T5/T6	171.225
23	317,4	152	T7	476.100
24	141	148	T5/T6	105.750
25	92,1	122	T5/T6	69.075
26	283,9	180	T7	425.850
27	245,9	166	T7	368.850
28	129,6	154	T5/T6	97.200
30	239,2	182	T7	358.800
	129,4	162	T7	194.100

Perhitungan total biaya distribusi tabung gas yaitu dengan menjumlahkan biaya pembelian bahan bakar tiap kendaraan dengan biaya tol dan uang makan sopir dan kernet. Adapun perhitungan total biaya distribusi tabung gas hari 1 adalah:

Total biaya distribusi = biaya konsumsi bahan bakar + biaya tol + uang makan sopir dan kernet

= Rp 178.800 + Rp 16.000 + Rp 44.000

= Rp 238.800

Dengan cara yang sama perhitungan di atas, sehingga diperoleh total biaya distribusi tabung gas selama 25 hari dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Total Biaya Distribusi Hasil Pengolahan Data

Tgl	Biaya BBM (Rp)	Frekuensi Tol yang Dilewati	Jumlah Biaya Tol (Rp)	Uang Makan Sopir dan Kernet (Rp)	Total (Rp)
2	178.800	2	16.000	44.000	238.800
3	170.100	1	14.500	44.000	228.600
4	211.500	2	34.000	44.000	289.500
5	410.700	2	27.500	44.000	482.200
6	203.850	1	14.500	44.000	262.350
7	83.850	2	34.000	44.000	161.850
9	456.300	4	37.500	44.000	537.800
10	93.825	2	34.000	44.000	171.825
11	449.550	5	62.000	44.000	555.550
12	400.950	4	44.000	44.000	488.950
13	152.550	3	29.500	44.000	226.050
14	220.950	2	32.500	44.000	297.450
16	246.450	2	24.500	44.000	314.950
17	87.000	2	34.000	44.000	165.000
18	213.975	5	52.000	44.000	309.975
19	103.800	3	42.500	44.000	190.300
20	217.500	2	34.000	44.000	295.500
21	171.225	3	40.500	44.000	255.725
23	476.100	5	45.500	44.000	565.600
24	105.750	2	10.000	44.000	159.750
25	69.075	2	10.000	44.000	123.075
26	425.850	2	22.500	44.000	492.350
27	368.850	5	55.000	44.000	467.850
28	97.200	2	34.000	44.000	175.200
30	358.800	2	13.000	44.000	415.800
	194.100	2	24.500	44.000	262.600
Total					8.134.600

3.6 Pembahasan

Dari hasil perhitungan pengolahan data menggunakan metode Algoritma Genetika, dapat dilakukan perbandingan antara kondisi awal (*existing*) dan kondisi akhir setelah pengolahan data. Faktor yang dibandingkan antara lain jarak tempuh pada pendistribusian tabung gas hari ke 1 hingga hari ke 25 yang disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Jarak Tempuh Kondisi Awal Dengan Hasil Perhitungan

Tgl	Jarak Tempuh Awal (km)	Jarak Tempuh Akhir (km)	Jumlah Penurunan (km)	Prosentase Penurunan (%)
2	415	238,4	176,6	42,55
3	400	113,4	286,6	71,65
4	400	141	259	64,75

Tabel 7. Perbandingan jarak tempuh kondisi awal dengan hasil perhitungan (lanjutan)

Tgl	Jarak Tempuh Awal (km)	Jarak Tempuh Akhir (km)	Jumlah Penurunan (km)	Prosentase Penurunan (%)
5	690	273,8	416,2	60,32
6	520	135,9	384,1	73,87
7	410	111,8	298,2	72,73
9	890	304,2	585,8	65,82
10	365	125,1	239,9	65,73
11	725	299,7	425,3	58,66
12	630	267,3	362,7	57,57
13	475	203,4	271,6	57,18
14	525	294,6	230,4	43,89
16	460	164,3	295,7	64,28
17	390	116	274	70,26
18	540	285,3	254,7	47,17
19	420	138,4	281,6	67,05
20	530	145	385	72,64
21	500	228,3	271,7	54,34
23	465	317,4	147,6	31,74
24	520	141	379	72,88
25	370	92,1	277,9	75,11
26	630	283,9	346,1	54,94
27	670	245,9	424,1	63,30
28	410	129,6	280,4	68,39
30	849	368,6	480,4	56,58
Total	13.199	5.164,4	8.034,6	60,87

Sedangkan perbandingan biaya distribusi tabung gas dari hari ke 1 hingga hari ke 25 ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Biaya Distribusi Kondisi Awal Dengan Hasil Perhitungan

Tgl	Biaya Distribusi Awal (Rp)	Biaya Distribusi Akhir (Rp)	Jumlah Penurunan (Rp)	Prosentase Penurunan (%)
2	830.500	238.800	591.700	71,25
3	880.500	228.600	651.900	74,04
4	944.500	289.500	655.000	69,35

Lanjutan Tabel 8. Perbandingan Biaya Distribusi Kondisi Awal Dengan Hasil Perhitungan

Tgl	Biaya Distribusi Awal (Rp)	Biaya Distribusi Akhir (Rp)	Jumlah Penurunan (Rp)	Prosentase Penurunan (%)
5	1.389.000	482.200	906.800	65,28
6	1.116.700	262.350	854.350	76,51
7	847.000	161.850	685.150	80,89
9	1.642.000	537.800	1.104.200	67,25
10	792.000	171.825	620.175	78,30
11	1.437.000	555.550	881.450	61,34
12	1.312.500	488.950	823.550	62,75
13	1.086.000	226.050	859.950	79,19
14	889.000	297.450	591.550	66,54
16	1.039.500	314.950	724.550	69,70
17	835.000	165.000	670.000	80,24
18	945.000	309.975	635.025	67,20
19	890.000	190.300	699.700	78,62
20	1.245.500	295.500	950.000	76,27
21	923.800	255.725	668.075	72,32
23	977.000	565.600	411.400	42,11
24	1.164.500	159.750	1.004.750	86,28
25	943.200	123.075	820.125	86,95
26	1.241.000	492.350	748.650	60,33
27	1.235.500	467.850	767.650	62,13
28	903.000	175.200	727.800	80,60
30	1.852.000	678.400	1.173.600	63,37
Total	27.361.700	8.134.600	19.227.100	70,27

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan dalam Tabel 7 dan Tabel 8, dapat dilakukan hasil keseluruhan pada kondisi awal dengan kondisi akhir. Perbandingan hasil keseluruhan tersebut dilihat dari 2 faktor yaitu jarak tempuh dan biaya distribusi tabung gas yang disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Hasil Keseluruhan Perhitungan

Faktor Pembanding	Nilai Awal	Nilai Akhir	Jumlah Penurunan	Prosentase Penurunan
Jarak Tempuh	13.199 km	5.164,4 km	8.034,6 km	60,87 %
Biaya Distribusi	Rp 27.361.700	Rp 8.134.600	Rp 19.227.100	70,27 %

Tabel 9 menunjukkan perbandingan hasil keseluruhan perhitungan jarak tempuh dan biaya distribusi. Jarak tempuh dengan nilai awal 13.199 km mampu diperpendek menjadi 5.164,4 km dengan jumlah penurunan sebesar

8.034,6 km atau 60,87 %. Sedangkan biaya distribusi mengalami penurunan dari nilai awal Rp 27.631.700 menjadi Rp 8.134.600 dengan jumlah penurunan sebesar Rp 19.227.100 atau 70,27 %. Perbandingan jarak tempuh dan biaya distribusi awal dengan jarak tempuh dan biaya distribusi akhir hasil pengolahan disebabkan karena pada kondisi awal pendistribusian tabung gas per hari dilakukan oleh 1 kendaraan yang melayani 1 konsumen saja di mana pada hari tersebut terdapat beberapa konsumen yang berbeda lokasi dan jarak. Namun setelah dilakukan pengalokasian muatan kendaraan, satu kendaraan mampu melayani lebih dari satu konsumen sehingga jarak tempuh kendaraan mengalami penurunan yang berakibat menurunnya biaya yang dikeluarkan untuk pendistribusian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai optimasi rute distribusi tabung gas menggunakan metode algoritma genetika, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, antara lain:

1. Desain algoritma genetika yang dapat dimanfaatkan dalam penentuan rute distribusi melalui beberapa tahap antara lain:
 - a. Pembentukan kromosom menggunakan bilangan real dan inisialisasi populasi sejumlah 10 destinasi.
 - b. Menghitung nilai *fitness* dengan persamaan $z = \sum_{i=1}^{n-1} x_{i(i+1)}$ dimana N adalah jumlah konsumen yang akan dikunjungi.
 - c. Seleksi, menggunakan *roulette wheel selection*.
 - d. *Crossover* menggunakan teknik *single point crossover*, dengan probabilitas *crossover* (P_c) sebesar 0,4.
 - e. Mutasi, dengan probabilitas mutasi (P_m) yang diperoleh dengan rumus $1/n$.

Semua tahap algoritma genetika tersebut disusun dalam sebuah *prototype* dengan bantuan *software* Delphi 2010 dan menghasilkan rute distribusi hasil yang lebih pendek dari segi jarak dan lebih rendah dari segi biaya.
2. Rute distribusi hasil pengolahan data dengan menerapkan metode Algoritma Genetika diperoleh rute yang berbeda-beda setiap harinya disesuaikan dengan tujuan pengiriman serta memiliki jarak tempuh

dan biaya yang lebih kecil jika dibandingkan dengan jarak tempuh dan biaya distribusi pada kondisi awal. Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data untuk menentukan rute distribusi diperoleh urutan konsumen yang akan dilalui oleh kendaraan distribusi dimulai dari pabrik kemudian menuju ke urutan rute hasil dan kembali lagi ke pabrik. Keseluruhan rute distribusi yang dihasilkan dari pengolahan data menggunakan metode Algoritma Genetika jika dibandingkan dengan rute yang telah ada (*existing*) mampu menghasilkan total jarak tempuh mengalami penurunan sebesar 8.034,6 km atau sebesar 60,87 %, dari total jarak tempuh awal yaitu 13.199 km menjadi 5.164,4 km. Dengan adanya penurunan jarak tempuh kendaraan maka terjadi penurunan total biaya distribusi yang dikeluarkan sebesar Rp 19.227.100 atau sebesar 70,27 %, dari total biaya awal yaitu Rp 27.631.700 menjadi Rp 8.134.600.

Daftar Pustaka

- Berlianty, Intan; Arifin, Miftahol. (2010). *Teknik-teknik Optimasi Heuristik*. Yogyakarta:Penerbit Graha Ilmu. Hal:110-119.
- Bjarnadóttir, Áslaug Sóley. (2004). Solving the Vehicle Routing Problem With Genetika Algorithms. *Informatics and Mathematical Modelling*, Technical University of Denmark. <http://etd.dtu.dk/thesis/154736/imm3183.pdf> (diakses tanggal 30 Oktober 2013).
- Kusumadewi, Sri. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta:Penerbit Graha Ilmu. Hal:280-283.
- Sarwadi dan Anjar KSW. (2004). Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing. *Jurusan Matematika Universitas Dponegoro Semarang Vol.7*. http://eprints.undip.ac.id/2226/1/1_Sarwadi_-_Anjar_Krismi.pdf (diakses 5 November 2013).
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta:Penerbit Andi. Hal:1-16.
- Suyanto, ST, Msc. (2007). *Artificial Intelligence*. Bandung:Penerbit Informatika. Hal:206-215.