

# PEMILIHAN RUTE TERPENDEK DALAM PROSES DISTRIBUSI MENGUNAKAN METODE VRP DENGAN ALGORITMA GENETIKA DI PT. TIRTA INVESTAMA DANONE AQUA

Vida Windya<sup>\*)</sup>, Singgih Saptadi

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Permasalahan yang umumnya terjadi dalam distribusi air minum dalam kemasan adalah bagaimana meminimalkan total jarak tempuh transportasi tanpa mengorbankan waktu penyelesaian tujuan untuk mengurangi risiko penurunan kualitas dan kepercayaan konsumen. Masalah yang dihadapi mencakup multi-moda yang heterogen, sumber tunggal, perjalanan tunggal, dan multi-produk. Permasalahan tersebut dapat dimodelkan sebagai vehicle routing problem (VRP). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh jalur pendistribusian pada masalah vehicle routing air minum dalam kemasan yang mendekati optimal menggunakan algoritma genetika. VRP termasuk dalam non-polynomial hard (NP-hard), yang umumnya menggunakan pendekatan heuristik untuk menemukan solusi. Algoritma genetika merupakan salah satu metode heuristik untuk mencari rute atau jalur distribusi sayuran yang memenuhi tujuan. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengurangan waktu distribusi sekitar 1 jam sampai dengan 2 jam dan pengurangan jarak tempuh sekitar 5 sampai dengan 8 km. Studi ini menunjukkan penggunaan algoritma genetika dalam VRP dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal dalam pendistribusian.

**Kata kunci:** vehicle routing problem; algoritma genetika; air minum dalam kemasan; optimasi

## Abstract

[The problem that often arise in distribution of bottled water at PT. Tirta Investama is how to minimize the total transportation mileage without sacrificing the goal completion time to reduce the risk of the decline in the quality and customer trust]. The problems encountered in this case include heterogeneous multi-feet, single source, single trip, and multi product. The objective of this study was to obtain the distribution channels on the vehicle routing problem of bottled water using genetic algorithm (GA). Vehicle routing problem is an important issue on a transportation system that aims to minimizing total vehicle mileage. VRP belongs to the class of non-polynomial hard (NP-hard), which generally uses a heuristic approach to find a solution. This research used genetic algorithm optimization method (GA) to solve the problem. Genetic algorithm is one of the heuristic methods, which is analogous to the process of evolution by natural selection phase, crossover and mutation. The research shows that reduction of the distribution time of about 1 hour and reduction of the distribution mileage of about 8 kilometers. This study presents a genetic algorithm for solving vehicle routing problem resulted in a more optimal solution on the distribution.

**Keywords:** vehicle routing problem; genetic algorithm, bottled water, optimization

## 1. Pendahuluan

Dewasa ini, Air minum menjadi salah satu kebutuhan pokok manusia karena sangat penting untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh. Kebutuhan air minum bagi

kalangan masyarakat pun berbeda-beda, bergantung pada usia, berat badan, penyakit, hingga iklim. Air minum terbaik adalah air mineral sebab tidak mengandung kalori, zat yang bersifat diuretik, dan tidak mengandung bahan pengawet maupun pewarna. Minum air mineral sangat dianjurkan 8 gelas per hari dan tidak boleh di lupakan atau dapat pula dihitung dengan perhitungan kebutuhan air, yaitu 30 ml per kilogram berat badan.

---

<sup>\*)</sup> Penulis Korespondensi.

E-mail: vidawindya@student.undip.ac.id

Pendistribusian air mineral diawali dari pabrik yang nantinya akan diantarkan ke depo-depo, lalu dari depo akan didistribusikan ke pelanggan. Distribusi ini guna memenuhi permintaan air mineral sehingga air mineral yang diproduksi akan sama dengan permintaan air mineral depo dan pelanggan. Pelanggan nantinya akan dapat memenuhi kebutuhan air minum sesuai dengan yang dibutuhkan untuk cairan tubuh. Air mineral yang sering digunakan adalah air mineral dalam kemasan karena mudah untuk dibawa.

PT. Tirta Investama Aqua adalah salah satu perusahaan yang memproduksi air minum mineral dalam kemasan. Aqua menjadi *market leader* dalam medan persaingan berbagai produk air mineral di Indonesia. Posisinya kuat disebabkan oleh faktor Aqua sebagai produk air mineral pertama yang hadir di Indonesia (Nabilla, 2014). Saat ini Aqua juga dijual selain di Indonesia berada di Malaysia, Singapore, dan Brunei. Saat ini perusahaan Aqua memiliki 13 pabrik diantaranya, 3 pabrik dimiliki PT. Tirta Investama dan 10 pabrik dimiliki PT. Aqua Golden Mississippi. Aqua sebagai perusahaan yang sudah memiliki banyak pabrik, semua kemasan yang diproduksi akan didistribusikan ke depo-depo yang sudah ditentukan. Lalu, proses distribusi bertujuan untuk memenuhi permintaan depo/pelanggan,

Pabrik Cianjur adalah salah satu pabrik yang menghasilkan produk terbanyak atau memiliki variasi produk, dan biasanya proses distribusi dari pabrik Cianjur dikirim ke Depo Pulo Kambing, Kawasan, dan Rawa Domba. Jarak tempuh wilayah dari Pabrik Cianjur ke depo-depo tidak lah dekat, melainkan membutuhkan waktu tempuh sekitar 9 jam. Adapun, kendala yang dirasakan Tirta Investama ini adanya keterlambatan datang dari truk yang sudah dijadwalkan sebelumnya. Ini mengakibatkan pengiriman berikutnya terhambat. Sehingga perusahaan mengalami kerugian, yaitu jadwal yang sudah dibuat akhirnya harus dijadwalkan kembali sehingga tidak terjadi keterlambatan yang terus menerus. Kita ketahui bahwa proses pendistribusian yang terlambat membuat rasa percaya pelanggan akan berkurang terhadap perusahaan. Oleh karena, itu permasalahan keterlambatan pengiriman sampai ke depo/pelanggan sangat di khawatirkan dan harus di perhatikan.

Adapun langkah yang ingin dilakukan, yaitu pemilihan rute terpendek untuk mengantisipasi keterlambatan yang ada. Pemilihan rute terpendek dianggap efektif dikarenakan dapat mempercepat waktu tempuh sehingga perjalanan atau proses distribusi dapat berjalan dengan lancar. Sehingga, pemilihan rute sangat tepat digunakan untuk melakukan persoalan ini dapat menggunakan metode VRP (*Vehicle Routing Problem*). *Vehicle Routing Problem* merupakan suatu permasalahan penting yang terdapat pada sistem transportasi yang bertujuan meminimalkan total jarak

tempuh mengoptimasi kombinatorial penentuan rute yang dapat diterapkan pada pengaturan pendistribusian barang. Setiap kendaraan memiliki kapasitas angkut, dan setiap pelanggan memiliki demand. Tiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali dan total demand tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas angkut kendaraan. Dalam VRP sendiri dikenal pula istilah depot (pabrik), dimana tiap kendaraan harus berangkat dan kembali ke depot (pabrik) itu. Sehingga, VRP nantinya akan mendapatkan rute perjalanan yang jarak dan waktu tempuh paling minimal.

## 2. Tinjauan Pustaka

### Distribusi dan Transportasi

Distribusi adalah kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak supplier kepada konsumen dalam bentuk suatu *supply chain*. Distribusi merupakan suatu kunci keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan konsumen, jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai berbagai macam dari kebutuhan supply chain mulai dari biaya yang rendah dan respon yang tinggi terhadap permintaan konsumen, istilah distribusi sama dengan *place* (penempatan) yaitu aktivitas penyaluran atau penempatan barang (produk) dari produsen ke konsumen. Perpindahan material terjadi pada semua siklus proses manufaktur produk, baik itu sebelum maupun sesudah proses produksi (Lubis, 2011)

Transportasi dalam supply chain diartikan sebagai aktifitas pergerakan produk dari satu lokasi ke lokasi lain dalam satu rantai pasokan. Pengelolaan kegiatan transportasi yang efektif dan efisien akan memastikan pengiriman barang dari perusahaan ke pelanggan dengan tepat waktu, tepat jumlah, tepat kualitas, dan tepat penerima. Selain itu biaya transportasi merupakan komponen biaya terbesar dalam struktur biaya logistic. Tidak kurang dari 60% dari total biaya logistic perusahaan merupakan biaya transportasi. Ada 2 kunci di dalam transportasi yang berlangsung disuatu rantai persediaan (Pujawan, 2010) :

1. Pengiriman adalah pihak yang memerlukan Bergeraknya produk antara dua lokasi didalam rantai persediaan.
2. Pengangkut adalah pihak yang memindahkan atau mengangkut produk.

Pada umumnya distribusi dan transportasi banyak dikenal dengan berbagai istilah seperti manajemen distribusi, manajemen logistic, dan distribusi fisik. Namun pada dasarnya fungsi dari distribusi dan transportasi adalah menyalurkan produk dari lokasi dimana barang diproduksi sampai dimana pelayanan kepada konsumen serta purna jual yang memuaskan (Pujawan, 2010).

### **Vehicle Routing Problem**

*Vehicle routing problem* didefinisikan sebagai suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, dimana masing – masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga permintaan semua konsumen terpenuhi dengan tetap menemui kendala operasional yang ada dan juga meminimalisasikan biaya transportasi global (Toth dan Vigo 2002). VRP dapat didefinisikan sebagai permasalahan perancangan jalur kendaraan pengiriman yang diketahui kapasitasnya, beroperasi dari satu *depot* untuk memberikan *supply* pada sekumpulan pelanggan dengan lokasi dan permintaan yang telah diketahui dengan satu atau beberapa komoditi barang yang sudah pasti (Setio, et al, 2010).

Tujuan dari VRP adalah mengantarkan produk pada sekelompok konsumen yang diketahui permintaannya dengan hanya mengabdikan biaya yang minimum. *Output* dari masalah ini adalah rute yang berbiaya rendah dan layak untuk setiap kendaraan. Asumsi yang biasa digunakan dalam *vehicle routing problem standart* adalah setiap kendaraan yang mempunyai kapasitas sama dan jumlah kendaraan tidak terbatas, dan beberapa karakteristik dari permasalahan VRP adalah sebagai berikut (Aditia, et al, 2008):

- a. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal.
- b. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
- c. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya.

Karakteristik konsumen dalam VRP (ing dkk, 2007):

- a. Menempatkan *road graph* dimana konsumen berada.
- b. Adanya *demand* dalam berbagai tipe dan harus diantarkan ke tempat konsumen.
- c. Terdapat periode waktu (*time window*) dimana konsumen dapat melayani.
- d. Waktu yang dibutuhkan untuk mengantarkan barang ke lokasi konsumen (*loading time*) hal tersebut dapat berhubungan dengan jenis kendaraan yang digunakan.
- e. Sejumlah kendaraan tersedia digunakan untuk melayani konsumen.

Terdapat empat tujuan umum VRP, yaitu (Evan, 2008):

- a. Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
- b. Meminimalkan jumlah kendaraan (pengemudi) yang diperlukan untuk melayani semua konsumen.
- c. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan jalan kendaraan.

### **Algoritma Genetika**

Algoritma genetik (GA) merupakan suatu metode heuristik untuk mencari solusi optimum dari suatu permasalahan dengan menggunakan mekanisme pencarian yang meniru proses evolusi biologis. Mekanisme yang digunakan merupakan kombinasi dari pencarian acak dan terstruktur. Algoritma ini sudah berhasil diterapkan dalam berbagai permasalahan kombinatorial, mulai dari Travelling Salesman Problem (VRP), Vehicle Routing Problem (VRP), permasalahan penentuan layout, dan penjadwalan produksi. Algoritma genetika solusi yang diterapkan pada sebuah populasi individu-individu yang masing-masing mewakili solusi yang mungkin disebut dengan kromosom. Dalam algoritma genetika ada istilah populasi, individu, kromosom, gen, *fitness* (Tanjuaya, 2011).

Pengertian populasi adalah sejumlah solusi yang mungkin. Generasi adalah individu yang dilakukan untuk menentukan populasi berikutnya. Individu merupakan kumpulan dari gen. Gen ini bisa biner, float, dan kombinatorial. Individu dalam GA dapat juga menyatakan salah satu kemungkinan solusi yang dicari (Tanjuaya, 2011).

Definisi individu pada kasus VRP yaitu sebagai berikut (Tanjuaya, 2011):

- a. VRP (Vehicle Routing Problem) adalah suatu permasalahan dimana seorang pekerja depot harus mengunjungi N kota dengan jarak yang paling pendek, dengan syarat satu kota hanya dikunjungi satu kali.
- b. Solusi VRP adalah jalur yang melewati semua kota dan jaraknya paling pendek.
- c. Individu untuk VRP didefinisikan sebagai jalur atau urutan nomor kota yang dikunjungi. Misalkan untuk 10 kota salah satu jalur yang mungkin adalah : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

Kromosom adalah individu yang terdapat dalam satu populasi. Kromosom juga merupakan gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu. Representasi pengkodean yang digunakan pada algoritma genetika adalah representasi kunci acak random. Representasi ini mengkodekan sebuah gen dengan membangkitkan bilangan acak antara (0,1). Fungsi *fitness* digunakan untuk proses evaluasi kromosom agar memperoleh kromosom yang diinginkan. Fungsi ini membedakan kualitas dari kromosom untuk mengetahui seberapa baik kromosom yang dihasilkan (Hermansyah, 2011).

Strategi dalam menentukan nilai fungsi *fitness* dapat dilakukan dengan cara (Hermansyah, 2011):

- a. Nilai *fitness* merupakan suatu ukuran baik tidaknya suatu solusi yang dinyatakan sebagai satu individu, atau dengan kata lain nilai *fitness* menyatakan nilai dari fungsi tujuan.

b. Algoritma genetika mempunyai tujuan untuk memaksimalkan nilai *fitness* atau mencari nilai *fitness* maksimal.

Kriteria yang digunakan pada proses seleksi ini adalah kriteria fungsi *fitness*. Masing-masing jalur pada populasi awal dihitung jarak, nilai *fitness*, probabilitas *fitness* dan probabilitas kumulatif *fitness*-nya. Tahap-tahap perhitungan *fitness*-nya adalah sebagai berikut (Hermansyah, 2011):

- Mencari jarak tempuh tiap jalur ( $Z_i$ )
- Mencari total jarak dari seluruh jalur ( $\sum Z_i$ )
- Mencari nilai *fitness* tiap jalur ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum Z_i}{Z_i}$$

- Mencari total *fitness* ( $\sum f_i$ )
- Mencari probabilitas tiap jalur ( $p$ )

$$p_i = \frac{f_i}{\sum f_i}$$

- Mencari probabilitas kumulatif tiap jalur ( $\sum p_i$ )

Langkah-langkah penyelesaian dengan algoritma genetika dimisalkan p (generasi) adalah populasi dari satu generasi, maka secara sederhana GA terdiri dari (Hermansyah, 2011):

- [**Start**] Generasi=0
- Inialisasi populasi awal, secara acak.
- [**Fitness**] melakukan pencarian nilai *fitness* dan Probabilitas pada setiap kromosom.
- [**Replace**] melakukan pengulangan proses sebanyak kromosom dalam populasi
- [**selection**] membandingkan semua nilai probabilitas hingga di dapat nilai yang terkecil.
- [**Test**] jika kondisi akhir dipenuhi maka berhenti dan tampilkan solusi dari populasi.

### 3. Metodologi Penelitian

#### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu wawancara dan dokumen. Wawancara dilakukan untuk menggali informasi-informasi tentang kesesuaian atas masalah yang terkait dalam penelitian dengan keterlambatan distribusi dari Pabrik Cianjur. Wawancara tersebut juga menghasilkan informasi tentang kendala dan waktu-waktu yang tidak diketahui sebagai asumsi dalam perhitungan. Dalam hal ini, wawancara dilakukan kepada kepala divisi dan karyawan-karyawan *primary logistic control*. Adapun teknik pengumpulan data lainnya berupa dokumen. Terdapat tiga dokumen yang digunakan, yaitu dokumen *list shipment*, OTM, dan COT. *List shipment* merupakan daftar-daftar pengiriman dari Pabrik Cianjur ke depo-depo yang tercantum, dimana berguna untuk mengetahui waktu pengiriman

yang dilakukan untuk masing-masing depo dan jumlah pengiriman. COT merupakan daftar permintaan dari setiap depo untuk per minggunya, tetapi COT tidak langsung disetujui oleh pihak logistic. OTM adalah jadwal dari logistic berguna untuk mengetahui informasi depo, jumlah pengiriman, waktu truk memasuki pabrik dan waktu truk mengirimkan produk ke depo dengan estimasi maupun realita. Jadi, ketiga dokumen saling memiliki keterkaitannya dalam penelitian ini.

#### Teknik Pengolahan Data

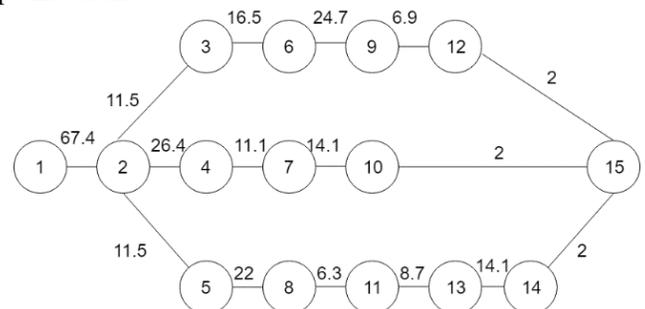
Pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan VRP dengan algoritma genetika. Langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut (Hermansyah, 2011):

- Dimulai dari generasi tingkat paling bawah, yaitu 0
- Menetapkan populasi, dimana populasi adalah semua rute yang digunakan untuk solusi
- Memilih kromosom (rute-rute yang akan digunakan dari populasi).
- Melakukan pencarian nilai *fitness*.
- Mendapatkan nilai probabilitas kumulatif.
- Pengulangan sejumlah kromosom yang ada
- Memilih calon solusi dari nilai probabilitas yang paling kecil.
- Solusi terpilih akan dilakukan pengujian agar mendapatkan rute yang efektif.
- Rute efektif tersebut akan menjadi hasil solusi untuk rekomendasi.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pemilihan Rute pada Depo Kawasan

Berikut *graph* yang menunjukkan rute yang ada pada Depo Kawasan:



Gambar 1. Road Graph Depo Kawasan

- A = Depo Kawasan
- A1 = Bogor
- A2 = Citareup
- A3 = Cibubur Junction
- A4 = Jagorawi
- A5 = TMII
- A6 = UKI
- A7 = Lingkar Luar Timur
- A8 = Cililitan
- A9 = Pulo Gadung

Generasi = 0

Populasi Awal, yaitu A-A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9

Kromosom-kromosomnya adalah:

Rute 1 : A1 - A2 - A4 - A8 - A9 - A

Rute 2 : A1 - A3 - A7 - A9 - A

Rute 3 : A1 - A2 - A5 - A6 - A7 - A9 - A

Nilai *Fitness* dan Probabilitas dari setiap kromosom/rute:

Rute 1 : A1 - A2 - A4 - A8 - A9 - A

**Jarak Tempuh ( $Z_i$ )**

A1 = 67,4 km

A2 = 11,5 km

A4 = 16,5 km

A8 = 24,7 km

A9 = 6,9 km

A = 2 km

**Total Jarak Tempuh ( $\sum Z_i$ )**

$$\sum Z_i = A_1 + A_2 + A_4 + A_8 + A_9 + A \\ = 131 \text{ km}$$

**Nilai *Fitness* Tiap Jalur ( $f_i$ )**

$$f_i = \frac{\sum Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{131}{67,4} = 1,94$$

$$f_2 = \frac{131}{11,5} = 11,39$$

$$f_3 = \frac{131}{16,5} = 7,94$$

$$f_4 = \frac{131}{24,7} = 5,30$$

$$f_5 = \frac{131}{6,9} = 18,99$$

$$f_6 = \frac{131}{2} = 65,5$$

**Total *Fitness* ( $\sum f_i$ )**

$$\sum f_i = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 \\ = 111,06$$

**Probabilitas Tiap Jalur ( $p_i$ )**

$$p_i = \frac{f_i}{\sum f_i}$$

$$p_1 = \frac{1,94}{111,06} = 0,01$$

$$p_2 = \frac{11,39}{111,06} = 0,11$$

$$p_3 = \frac{7,94}{111,06} = 0,08$$

$$p_4 = \frac{5,30}{111,06} = 0,04$$

$$p_5 = \frac{18,99}{111,06} = 0,17$$

$$p_6 = \frac{65,5}{111,06} = 0,58$$

**Probabilitas Kumulatif Tiap Jalur ( $p_i$ )**

$$\sum p_i = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 \\ = 0,99$$

Rute 2 : A1 - A3 - A7 - A9 - A

**Jarak Tempuh ( $Z_i$ )**

A1 = 67,4 km

A3 = 26,4 km

A7 = 11,1 km

A9 = 14,1 km

A = 2 km

**Total Jarak Tempuh ( $\sum Z_i$ )**

$$\sum Z_i = 121 \text{ km}$$

**Nilai *Fitness* Tiap Jalur ( $f_i$ )**

$$f_i = \frac{\sum Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{121}{67,4} = 1,80$$

$$f_2 = \frac{121}{26,4} = 4,58$$

$$f_3 = \frac{121}{11,1} = 10,9$$

$$f_4 = \frac{121}{14,1} = 8,58$$

$$f_5 = \frac{121}{2} = 60,5$$

**Total *Fitness* ( $\sum f_i$ )**

$$\sum f_i = 86,36$$

**Probabilitas Tiap Jalur ( $p_i$ )**

$$p_i = \frac{f_i}{\sum f_i}$$

$$p_1 = \frac{1,80}{86,36} = 0,02$$

$$p_2 = \frac{4,58}{86,36} = 0,05$$

$$p_3 = \frac{10,9}{86,36} = 0,12$$

$$p_4 = \frac{8,58}{86,36} = 0,09$$

$$p_5 = \frac{60,5}{86,36} = 0,70$$

**Probabilitas Kumulatif Tiap Jalur ( $p_i$ )**

$$\sum p_i = 0,98$$

Rute 3 : A1 – A2 – A5 – A6 – A7 – A9 – A

**Jarak Tempuh ( $Z_i$ )**

A1 = 67,4 km

A2 = 11,5 km

A5 = 22 km

A6 = 6,3 km

A7 = 8,7 km

A9 = 14,1 km

A = 2 km

**Total Jarak Tempuh ( $\sum Z_i$ )**

$$\sum Z_i = 132 \text{ km}$$

**Nilai *Fitness* Tiap Jalur ( $f_i$ )**

$$f_i = \frac{\sum Z_i}{Z_i}$$

$$f_1 = \frac{132}{67,4} = 1,96$$

$$f_2 = \frac{132}{11,5} = 11,48$$

$$f_3 = \frac{132}{22} = 6$$

$$f_4 = \frac{132}{6,3} = 20,95$$

$$f_5 = \frac{132}{8,7} = 15,17$$

$$f_6 = \frac{132}{14,1} = 9,36$$

**Total *Fitness* ( $\sum f_i$ )**

$$\sum f_i = 130,92$$

**Probabilitas Tiap Jalur ( $p_i$ )**

$$p_i = \frac{f_i}{\sum f_i}$$

$$p_1 = \frac{1,96}{130,92} = 0,01$$

$$p_2 = \frac{11,48}{130,92} = 0,08$$

$$p_3 = \frac{6}{130,92} = 0,05$$

$$p_4 = \frac{20,95}{130,92} = 0,16$$

$$p_5 = \frac{15,17}{130,92} = 0,12$$

$$p_6 = \frac{9,36}{130,92} = 0,07$$

$$p_7 = \frac{66}{130,92} = 0,50$$

**Probabilitas Kumulatif Tiap Jalur ( $p_i$ )**

$$\sum p_i = 0,99$$

**Perbandingan Probabilitas Kumulatif Tiap Kromosom**

Kromosom 1 / Rute 1 = 0,99

Kromosom 2 / Rute 2 = 0,98

Kromosom 3 / Rute 3 : 0,99

**Hasil Terbaik Perbandingan**

Hasil terbaik adalah kromosom 2 dengan probabilitas terkecil dengan nilai 0,98 dan memiliki jarak paling pendek sebesar 121 km dibandingkan rute 1 dan 3.

**Implikasi Manajerial**

Berikut tabel perbandingan rute sebelum dan sesudah menggunakan algoritma genetika:

**Tabel 1.** Hasil Implikasi Manajerial Perbandingan Rute Sebelum dan Sesudah Penelitian

Depo Kawasan		
Faktor	Sebelum	Sesudah
Jarak yang Ditempuh	127 km	121 km
Waktu Tempuh	9 jam	8,07 jam
Total Waktu Pengiriman	13 jam	12,15 jam

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan metode algoritma genetika dalam penyelesaian VRP dengan mengambil kasus distribusi air minum kemasan PT. Tirta Investama dari Pabrik Cianjur. Simulasi dilakukan dengan mencari solusi optimal ke lokasi distribusi (depo) sebagai titik tujuan. Solusi diperoleh rute yang efektif untuk Depo Kawasan. Pencarian solusi dilakukan dengan memilih rute dari Depo Kawasan dengan melibatkan nilai probabilitas yang terkecil. Penyelesaian VRP pada distribusi air minum menghasilkan pengurangan waktu pengiriman dari pabrik ke depo sekitar 1 jam dan jarak tempuh 8 km. Jarak terpendek dan waktu tempuh terkecil pada kasus perjalanan dari Pabrik Cianjur ke depo adalah mengantarkan pesanan air minum dalam kemasan dapat disimpulkan, yaitu dari Pabrik Cianjur ke Depo Kawasan memiliki 3 rute dan yang memiliki rute

terpendek adalah rute kedua (Pabrik – Bogor – Cibubur Junction - Lingkar Luar Timur – Pulo Gadung – Depo Kawasan) yang memiliki jarak tempuh sebesar 121 km dengan nilai probabilitas sebesar 0,99. Probabilitas pada rute kedua menandakan bahwa rute tersebut dapat memberikan pengiriman yang efektif dalam memenuhi permintaan pelanggan.

## 6. Daftar Pustaka

- Aditia, Riki., Prasodjo, Fachrul., & Ritonga, Irwansyah., (2008), Pencarian Jalur Dengan Breadth First Search Dan Depth First Search, MAKALAH IF2251 STRATEGI ALGORITMIK.
- Evan. (2008) Penggunaan Depth First Search Dalam Pengambilan Keputusan Pada Klimaks Permainan Scrabble, MAKALAH IF2251 STRATEGI ALGORITMIK.
- Hermansyah, Bambang. (2011). Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (VRP) Menggunakan Algoritma Genetika. *Thesis*. Insititus Sepuluh November.
- ing, dkk. (2007). Pemanfaatan Metode Heuristik dalam Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Genetika, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. 1-7.
- Kusumadewi, Sri. (2005) Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-teknik Heuristik, Graha Ilmu. Yogyakarta..
- Lubis, Amelia. (2011). Identifikasi Transportasi dan Distribusi pada *Supply Chain Management*, Universitas Sumatera Utara.
- Nabilla, Putri. (2014). Profil Umum PT. Tirta Investama Danone AQUA, Universitas Negeri Jakarta.
- Pujawan, I.N., Mahendrawathi. (2010). *Supply Chain Management, Edisi Kedua*. Guna Widya. Surabaya
- Setio, Feddy., & Mulwinda, Anggraini., (2010). Pencarian Rute Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Depth First, Breath First dan Hill Climbing (Study Comparative), Vol. 2 (1) , 57-64.
- Tanjuaya. (2011). Penerapan Algoritma Genetik untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing di PT.MIF, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Vol. 10, 1-11.
- Toth, P & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics