

**PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM* DENGAN  
*TIME WINDOWS* MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

**(Studi Kasus: PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Teknik Industri**



**Oleh:**

**Nama : Ikhwan Prasetyo  
No. Mahasiswa : 11522015**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2016**

### PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 14 November 2015

  
Ikhtwan Prasetyo

## SURAT KETERANGAN SELESAI



**Perwakilan**

**PT. Ultrajaya Milk Industry & Trading Company, Tbk.**

Jl. Magelang KM 9 No. 10, Tridadi Sleman 55511 Yogyakarta  
Tlp 0274-4360902, 4360903, Facs 0274-4360901

### SURAT KETERANGAN

Nomor : 01/UJ-YGY/WDT/UJ/X/2015

Saya yang bertandatangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

<b>N a m a</b>	: Ikhwan Prasetyo
<b>Nirm</b>	: 11522015
<b>Jurusan</b>	: Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

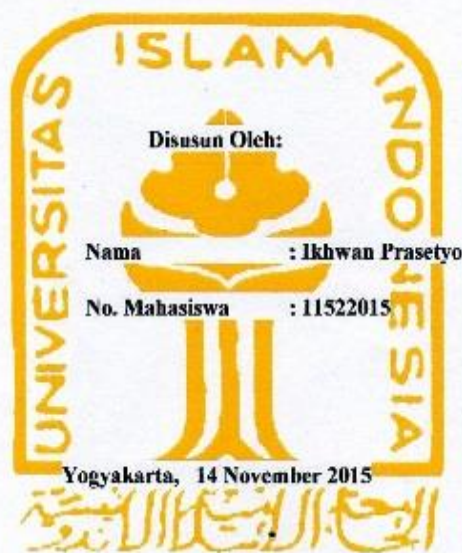
Adalah mahasiswa UII yang telah selesai melaksanakan penelitian di kantor Distributor **PT.Ultrajaya Milk Industry & Trading Company Tbk. Yogyakarta**, pada tanggal 18 Mei 2015 – 29 September 2015 dengan judul :

**"Optimasi Permasalahan Distribusi CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS menggunakan Algoritma Genetika"**

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 26 Oktober 2015  
Hormat kami,



**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING****PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN  
TIME WINDOWS MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA****(Studi Kasus: PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk)****TUGAS AKHIR**

Pembimbing

Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN  
TIME WINDOWS MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA  
(Studi Kasus: PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk)**

**Tugas Akhir**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Ikhwan Prasetyo**

**No. Mahasiswa : 11522015**

**Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta, Januari 2016**

**Tim Penguji**

Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D

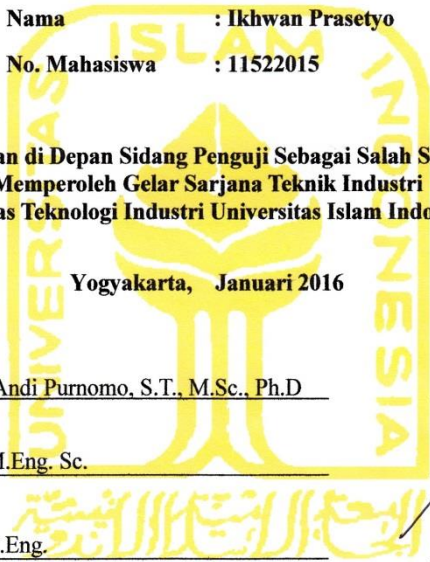
**Ketua**

Agus Mansur, S.T., M.Eng. Sc.

**Anggota I**

Sri Indrawati, S.T., M.Eng.

**Anggota II**



*(Handwritten signatures of the examiners)*

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

*(Handwritten signature of the Dean)*

## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbilalamin, salah satu karya terindah yang telah terwujudkan ini dan ku persembahkan untuk:*

*“Ayah”*

*Terimakasih atas doa, semangat serta kasih sayang yang diberikan. Bapak adalah orang tua terhebat yang pernah kumilki.*

*“Ibu”*

*Terimakasih tidak akan cukup kuucapkan atas semua yang diberikan. Maaf atas karya ku yang sangat terlambat ini. Semoga Ibu bisa merasakan bangga atas karya terindahku ini. Ibu adalah wanita yang tak kenal lelah dalam memberikan kasih sayang kepada anaknya.*

*“Kakak-adik ku tercinta, yang selalu memberikan dukungan dan doanya”*

## MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.  
Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.” (Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Barang siapa yang melepaskan satu kesusahan seorang mukmin, pasti Allah akan melepaskan darinya satu kesusahan pada hari kiamat. Barang siapa yang menjadikan mudah urusan orang lain, pasti Allah akan memudahkannya di dunia dan di akhirat”  
(HR.Muslim)

“Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah.” (QS. Ath-Thalaq: 3)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, serta orang-orang yang bertaqwa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* Dengan *Time Windows* Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk).

Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk dapat menyelesaikan jenjang strata-1 di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia (UII). Dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan baik material ataupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Terimakasih atas bantuan dan bimbingannya.
4. Ayahku Muliato dan Ibuku Sulis Rahmawati , terima kasih atas segala dukungan, semangat dan doa yang telah diberikan selama ini.
5. Kakak-adekku Dewinta Garnis Ekawati, Yudi Aprilian Wibisono dan Vanissa Ayu Ning Tyas terima kasih buat doa dan dukungannya
6. Bapak Widijanto selaku Kepala Cabang distributor PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk Yogyakarta, terimakasih atas kesempatan serta bimbingan yang diberikan dalam penyelesaian tugas akhir ini
7. Bapak Sunardi selaku staff administrasi distributor PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk cabang Yogyakarta, terimakasih atas bantuan informasi dan pelajaran yang diberikan.
8. Helda Okta Anggraini, terima kasih atas dukungan dan perhatiannya

9. Sahabat-sahabatku Ilham Sidik, Himawan, Adyk, Gustio El fhindo, Hilman Makarim, Azmi Maretan, Titi Indarwati, Amelia Ayu, Nurhayati, Rini Wardila yang telah memberikan semangat dan motivasi.

Semoga semua bimbingan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan berupa rahmat dari Allah SWT dan kemuliaan hidup di dunia dan akhirat. Tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan selama melaksanakan penelitian maupun dalam penyusunan laporan ini. Penulis menyadari sepenuhnya akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun akan penulis terima demi perbaikan dan kesempurnaan kedepannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembaca dan bagi perusahaan PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk.

Yogyakarta, 14 November 2015



Ikhwan Prasetyo

## ABSTRAK

*Distribusi merupakan salah satu faktor penting bagi perusahaan untuk dapat melakukan pengiriman produk secara tepat kepada pelanggan. PT. Ultrajaya Milk Industry Distributor Cabang Yogyakarta merupakan salah satu perusahaan industri minuman. Dalam melakukan pendistribusian, perusahaan tersebut hanya mengambil rata-rata permintaan dari seorang konsumen sehingga hal ini tentu akan berpotensi terjadinya stockout atau kelebihan barang yang terdapat dalam kendaraan distribusi. Untuk mengantisipasi hal tersebut dan permintaan maka dilakukan peramalan sebagai prediksi untuk permintaan customer. Seorang Salesman pun dalam melakukan pendistribusian tidak mempertimbangkan jarak dan batasan waktu dan hal ini tentunya akan menjadi masalah bagi perusahaan karena seorang salesman tidak dapat melakukan sebuah penghematan. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan pengolahan data terkait jarak dan batasan waktu dengan metode Algoritma Genetika. Hasil yang diperoleh bahwa terdapat penghematan jarak dan waktu tempuh sebesar 37% . Yang semula memiliki jarak pda rute awalan sebesar 35,655 KM menjadi 22,465 KM dan pada waktu tempuh yang semula memiliki waktu selama 1 jam 16 menit 37 detik menjadi 50 menit dan akhir waktu kedatangan kendaraan pun yang semula pada jam 12:26:37 menjadi jam 12.00 dari hal tersebut terlihat bahwa seorang salesman tidak melebihi batasan waktu atau time windows tiap-tiap toko.*

*Kata kunci : Forecasting, Algoritma Genetika, Rute, Time Windows*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
SURAT KETERANGAN SELESAI .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	8
2.1 Kajian Induktif .....	8
2.2 Kajian Deduktif.....	17
2.2.1 Peramalan .....	17
2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan .....	17
2.2.3 Pola Data .....	19
2.2.4 Metode Peramalan.....	20
2.2.5 Ukuran Akurasi peramalan.....	26
2.3 Distribusi .....	28
2.3.1 Strategi distribusi.....	29
2.3.2 Saluran distribusi.....	30
2.3.3 Sistem Transportasi .....	31

2.4 <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	33
2.4.1 Jenis-jenis VRP .....	34
2.4.2 Solusi untuk variasi VRP .....	34
2.5 Algoritma Genetika .....	41
2.5.1 Parameter di dalam Algoritma Genetika .....	43
2.5.2 Langkah-langkah dalam pengerjaan Algoritma Genetika .....	44
2.6 <i>Travelling Salesman Problem</i> .....	53
BAB III METODE PENELITIAN .....	55
3.1 Objek Penelitian .....	55
3.2 Identifikasi Masalah .....	55
3.3 Perumusan Masalah .....	55
3.4 Kajian Literatur .....	56
3.5 Pengumpulan Data .....	56
3.6 Pengolahan Data .....	57
3.7 Analisis .....	61
3.8 Kesimpulan dan Saran .....	61
3.9 Diagram Alir .....	62
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	63
4.1 Pengumpulan Data .....	63
4.1.1 Profil Perusahaan .....	63
4.1.2 Data <i>Retail</i> atau <i>customers</i> .....	65
4.1.3 Data Permintaan <i>customers</i> .....	66
4.1.4 Data Batas Waktu Pengiriman ( <i>time windows</i> ) dan waktu pelayanan .....	66
4.1.5 Data Rute Awal Perusahaan .....	67
4.1.6 Data Spesifikasi Kendaraan .....	68
4.1.7 Data Jarak dan waktu tempuh .....	68
4.2 Pengolahan Data .....	74
4.2.1 Data Permintaan .....	74
4.2.2 Algoritma Genetika .....	84
4.2.3 Rute usulan dengan batasan waktu ( <i>time windows</i> ) .....	87
BAB V PEMBAHASAN .....	94
5.1 Hasil peramalan .....	94
5.2 Hasil rute usulan .....	95

5.3 Rute Usulan dengan batasan waktu ( <i>time windows</i> ) .....	96
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>97</b>
6.1 Kesimpulan .....	97
6.2 Saran.....	98

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Istilah dalam Algoritma Genetika.....	42
Tabel 4.1 Data pelanggan dan alamat pelanggan .....	65
Tabel 4.2 Data Waktu pelayanan dan <i>time windows</i> .....	66
Tabel 4.3 Data rute awal perusahaan .....	67
Tabel 4.4 Data spesifikasi kendaraan .....	68
Tabel 4.5 Matrik jarak (satuan Kilo Meter) .....	69
Tabel 4.6 Matrik waktu tempuh (satuan menit) .....	72
Tabel 4.7 Rekapitulasi nilai MSE Ultramilk .....	75
Tabel 4.8 Rekapitulasi nilai MSE Teh Kotak .....	77
Tabel 4.9 Rekapitulasi <i>forecasting</i> Ultramilk (1) .....	80
Tabel 4.10 Rekapitulasi <i>forecasting</i> Ultramilk (2) .....	81
Tabel 4.11 Rekapitulasi <i>forecasting</i> Teh Kotak (1) .....	82
Tabel 4.12 Rekapitulasi <i>forecasting</i> Teh Kotak (2) .....	83
Tabel 4.13 Total permintaan hasil <i>forecasting</i> .....	84
Tabel 4.14 Parameter yang digunakan pada metode Algoritma Genetika.....	85
Tabel 4.15 Hasil pengolahan metode Algoritma Genetika.....	86
Tabel 4.16 Hasil rute usulan dengan batasan waktu .....	88
Tabel 4.17 Rekapitulasi rute awal terhadap rute usulan .....	90
Tabel 4.18 Perbandingan rute awal dan usulan .....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Dasar Serial Waktu .....	19
Gambar 2.2 <i>Binary Encoding</i> .....	45
Gambar 2.3 <i>Octal Encoding</i> .....	45
Gambar 2.4 <i>Hexadecimal Encoding</i> .....	45
Gambar 2.5 <i>Permutation Encoding</i> .....	45
Gambar 2.6 <i>Value Encoding</i> .....	46
Gambar 2.7 <i>Tree Encoding</i> .....	46
Gambar 2.8 <i>One-point Crossover</i> .....	48
Gambar 2.9 <i>Two-point Crossover</i> .....	49
Gambar 2.10 <i>Uniform Crossover</i> .....	49
Gambar 2.11 <i>Tree Crossover</i> .....	50
Gambar 2.12 Mutasi dalam pengkodean <i>biner</i> .....	51
Gambar 2.13 Mutasi dalam pengkodean permutasi.....	51
Gambar 2.14 Mutasi dalam pengkodean nilai .....	52
Gambar 2.15 Mutasi dalam pengkodean pohon .....	53
Gambar 3.1 Kromosom dengan pengkodean permutasi.....	57
Gambar 3.2 Kromosom induk PMX.....	58
Gambar 3.3 Kromosom <i>offspring</i> PMX .....	58
Gambar 3.4 Teknik <i>Swapping Mutation</i> .....	59
Gambar 3.5 <i>Forecasting Setup</i> winQSB.....	60
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian .....	62
Gambar 4.1 Logo PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk .....	64
Gambar 4.2 Diagram Alir Pendistribusian Barang PT.Ultrajaya Milk Industry .....	64
Gambar 4.3 Inisialisasi <i>kromosom</i> dan <i>fitness</i> .....	85
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengolahan metode Algoritma Genetika .....	86
Gambar 4.5 Peta Rute Awalan.....	91
Gambar 4.6 Peta Rute Usulan.....	91
Gambar 5.1 Hasil Rute Usulan .....	93

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di zaman yang maju ini, perindustrian di Indonesia mengalami perkembangan yang semakin pesat, terbukti dengan banyaknya industri yang dibangun di berbagai wilayah Indonesia, dari level industri rumah tangga, menengah, hingga menengah ke atas (tinggi). Di dalam Industri-industri tersebut tentunya peran distributor sangatlah penting. Dalam sebuah distribusi produk membutuhkan sistem dengan efisiensi serta efektivitas yang tinggi dalam mendistribusikannya ke tangan konsumen. Hal yang berkaitan dengan efisiensi adalah bagaimana suatu produk dapat sampai ke tangan konsumen tepat waktu serta hal yang berkaitan dengan efektivitas adalah jarak yang ditempuh dalam melakukan kegiatan pendistribusian serta kapasitas kendaraan yang harus dipertimbangkan dalam hal banyaknya produk yang harus dibawa untuk didistribusikan ke tangan konsumen. Secara umum dalam melakukan penjualan tentu tidak langsung sebuah perusahaan menjual kepada konsumen akhir tetapi dalam melakukan penjualan sebuah perusahaan menyerahkan kepada sebuah distributor. Dari tangan sebuah distributor ini kemudian bertugas untuk memasarkan produk untuk ke pelanggan akhir.

PT. Ultrajaya Milk Industry merupakan salah satu pelopor minuman ringan di Indonesia, bukan hanya sebagai pelopor tetapi perusahaan ini unggul diantara produsen susu segar alami dan minuman ringan untuk seluruh konsumen Indonesia. Pada tahun 1958 perusahaan PT Ultrajaya Milk Industry merupakan pabrik susu rumahan di Bandung-Jawa Barat. Sedangkan pada tahun 1971 PT. Ultrajaya melebarkan sayap bisnisnya menjadi PT Ultrajaya Milk Industry & Trading Company. PT Ultrajaya

sendiri unggul dengan beberapa varian *brand*-nya seperti UltraMilk untuk produk susu segarnya, Teh Kotak untuk minuman teh segarnya. Dan tak ketinggalan beberapa produk minuman kesehatan seperti Sari Kacang Hijau, Sari Asam Asli yang diproduksi khusus untuk pasar *ekspor*. PT Ultrajaya Milk Industry pun memiliki lahan peternakan sendiri yang berlokasi di Tengan dan lahan perkebunan yang berlokasi di dataran tinggi Bandung yang dimana dua lahan ini merupakan sebagai bahan baku produk untuk setiap produknya. Dengan adanya bahan baku yang berkualitas dan proses pembuatan dengan teknologi *Ultra High Temperature (UHT)*, PT Ultrajaya Milk Industry mampu menarik konsumen di seluruh Indonesia dan beberapa Negara luar. Hampir 90% total produksi didistribusikan ke seluruh pelosok Indonesia dan kurang lebih 10% di *ekspor* ke beberapa negara di Benua Asia, Eropa, Timur Tengah, Australia dan Amerika.

Untuk proses distribusi dalam negeri, PT. Ultrajaya Milk Industry memiliki alur pendistribusian yaitu dimulai Dari PT. Ultrajaya Milk Industry pusat yang berada di Bandung sebagai tempat pembuatan produk jadi yang kemudian di distribusikan kepada Distributor Cabang yang tersebar di seluruh Indonesia. Dari distributor cabang tersebut kemudian didistribusikan kepada *retail*. Untuk menunjang pendistribusiannya khususnya PT. Ultrajaya Milk Industry Cabang Yogyakarta menyediakan 7 mobil distribusi dengan 7 *salesman* dan 7 *co-salesman* yang dimana setiap mobil distribusi ini memiliki kapasitas sebanyak 14400 *pack*. Setiap *salesman* dan *co-salesman* ini memiliki tugasnya masing-masing dan bertugas untuk mendistribusikannya di wilayah yang berbeda-beda.

Secara teknis dalam melakukan pemasaran dari distributor kepada pelanggan akhir tentunya membutuhkan kendaraan-kendaraan yang tidak hanya melayani satu pelanggan saja tetapi beberapa pelanggan sekaligus dalam pendistribusian produk. Letak wilayah pelanggan satu dengan pelanggan yang lainnya juga berjauhan. Letak wilayah yang berjauhan juga berkaitan dengan waktu tempuh serta waktu kedatangan kendaraan ke tiap-tiap toko yang dimana tiap – tiap toko memiliki batasan waktu yang berbeda-beda. Masing – masing toko tersebut memiliki jumlah permintaan produk yang berbeda-beda, hal ini juga terkait akan kapasitas

kendaraan distribusi itu sendiri. Dengan adanya keterbatasan dalam kapasitas kendaraan maka hal ini memiliki potensi terjadinya kekurangan atau kelebihan dalam memenuhi permintaan pelanggan yang tidak pasti, jika kekurangan produk yang dibawa saat melakukan distribusi tentu mengharuskan kendaraan kembali lagi ke depot, tetapi jika terjadi kelebihan produk hal ini tentunya menjadi tidak efektif.

Permasalahan – permasalahan inilah yang menyebabkan kesulitan distributor dalam melakukan distribusi yang efektif dan efisien secara jarak, kapasitas kendaraan dan waktu. Permasalahan rute distribusi ini termasuk ke dalam permasalahan *Vehicle Routing Problem (VRP)* yaitu permasalahan penentuan rute kendaraan untuk melayani beberapa pelanggan atau dengan kata lain VRP adalah salah satu bentuk permasalahan transportasi yang melibatkan pendistribusian barang maupun orang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan bertujuan untuk meminimasi beberapa tujuan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan secara optimal jumlah kendaraan yang digunakan serta rute yang harus ditempuh untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan.

Terdapat banyak tipe dan macam VRP yang ada berdasarkan kondisi pengimplementasian, salah satunya adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*. CVRPTW merupakan VRP dengan faktor tambahan yaitu tiap kendaraan memiliki suatu kapasitas dimana tiap kendaraan harus mengirim sesuai dengan permintaan pelanggan dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam CVRPTW, terdapat sejumlah kendaraan dengan batasan kapasitas kendaraan sama yang harus mengirimkan barang ke sejumlah pelanggan dan tidak boleh melebihi jangka waktu yang telah ditentukan.

Dalam menyelesaikan permasalahan ini digunakan metode Algoritma Genetika. Algoritma genetika memiliki kelebihan dalam mengatasi permasalahan kombinatorial dengan melakukan proses *crossover* dan mutasi (Nessi,2011). Algoritma genetika adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetika atas kromosom

(Kusumadewi et al, dalam Tobing, 2010). Sifat dari algoritma genetika adalah mencari solusi optimal dalam menyelesaikan masalah dengan mencari kemungkinan-kemungkinan dari calon solusi (populasi). Solusi yang dicari adalah satu atau lebih titik diantara solusi yang layak dalam ruang pencarian (Tobing, 2010). Algoritma genetika memiliki kemampuan dalam menyelesaikan berbagai masalah kompleks dalam menghadapi masalah optimasi (Mahmudy, 2013).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka yang menjadi rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana hasil prediksi permintaan untuk tiap *customer* pada kunjungan selanjutnya?
- b. Bagaimanakah pengaruh rute distribusi usulan terhadap rute distribusi awal dilihat dari segi selisih jarak, waktu tempuh, serta batasan waktu (*time windows*) tiap *customer*?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas maka batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian hanya berfokus pada kapasitas mobil distribusi serta rute distribusi pada Perusahaan PT.Ultrajaya Milk Industry Jalan Magelang KM 9 No 10 Deggung Tridadi Sleman
- b. Objek penelitian hanya berfokus pada salah satu *routing* pada *salesman* Sumartono serta hanya berfokus pada produk Ultramilk dan Teh Kotak
- c. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari penelitian sebelumnya dan data-data dari perusahaan PT.Ultrajaya Milk Industry, Tbk Cabang Yogyakarta

- d. Penelitian befokus pada pendistribusian dengan sistem kanvas (*make to stock*) yang dilakukan *salesman* Sumartono
- e. Variabel / parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jarak, waktu tempuh, waktu pelayanan, batasan waktu setiap toko serta kapasitas kendaraan distribusi
- f. Lokasi depot dan toko *customer* tidak berubah selama periode penelitian
- g. Kepadatan lalu lintas dan kondisi jalan dianggap normal
- h. Tidak memperhitungkan durasi lamanya kendaraan menunggu lampu merah dan keadaan yang tidak terduga misalnya ban bocor, mesin macet
- i. Kecepatan kendaraan pada setiap pengiriman menggunakan rata-rata kecepatan kendaraan

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui hasil prediksi permintaan untuk tiap *customer* pada kunjungan selanjutnya.
- b. Untuk mengetahui pengaruh rute distribusi usulan terhadap rute distribusi awal dilihat dari segi selisih jarak dan waktu tempuh

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian diatas maka hasil yang diperoleh dari penelitian ini akan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Perusahaan dapat menjadikan penelitian ini sebagai acuan dalam penentuan rute distribusi sebagai alat pembanding dengan rute distribusi yang selama ini telah dijalankan
- b. Perusahaan mengerti berapa sebaiknya jumlah barang yang terdapat dalam kendaraan saat melakukan distribusi agar tidak terjadi *stockout* atau kelebihan

barang dalam kendaraan (*over stock*)

- c. Dapat dijadikan acuan untuk dilakukan penelitian mengenai rute distribusi lanjutan khususnya mengenai permasalahan *CVRPTW*

## 1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir terdiri dari enam bab dan disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan pemecahan masalah, perumusan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II**

#### **KAJIAN LITERATUR**

Bab ini berisi tentang kajian literatur deduktif dan induktif yang membuktikan bahwa penelitian tersebut atau tugas akhir tersebut memenuhi syarat.

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan langkah-langkah pemecahan masalah dan tahapan penelitian yang dilakukan dalam rangka pemecahan masalah yang diinginkan.

### **BAB IV**

#### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi pengumpulan data-data yang diperoleh di lapangan agar dapat digunakan sebagai bahan analisis dan pengolahan data yang didapat dengan metode untuk memecahkan masalah

### **BAB V**

#### **PEMBAHASAN**

Membahas hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menghasilkan suatu kesimpulan dan rekomendasinya atau saran yang harus diberikan untuk penelitian lanjut

### **BAB VI**

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh melalui pembahasan hasil penelitian. Rekomendasi atau saran – saran yang perlu

diberikan baik oleh peneliti sendiri maupun kepada peneliti lain yang dimungkinkan hasil tersebut dapat dilanjutkan serta kepada institusi tempat dilakukannya penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Kajian Induktif

##### A. Peramalan

Penelitian mengenai peramalan (*forecasting*) pernah diteliti oleh Mahmud (2014) yang dalam penelitiannya tersebut berada pada koperasi Susu SAE Pujon, Malang. Pada koperasi tersebut belum diterapkannya suatu peramalan (*forecasting*) di masa yang akan datang sehingga koperasi belum dapat memperkirakan berapa permintaan untuk periode mendatang. Dalam hal ini peneliti menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) dengan metode *time series* yaitu metode *moving averages*, metode *Exponential Smoothing*, Metode Dekomposisi. Untuk metode jaringan syaraf tiruan menggunakan bantuan *software* Matlab 7.10 sedangkan untuk metode *time series* menggunakan bantuan *software* SPSS 17.0. Acuan metode peramalan yang baik dalam kasus koperasi susu SAE Pujon, Malang adalah nilai MSE terkecil.

Penelitian peramalan juga pernah diteliti oleh Fitri (2012). Dalam penelitiannya peneliti ingin memprediksi tingkat produksi gas di Indonesia dengan meneliti 3 perusahaan besar di Indonesia yaitu Total E&P Indonesia, Pertamina dan Gas Conoco Philips Grissik. Untuk memprediksi tingkat produksi gas di Indonesia tersebut, peneliti menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan bantuan *software* SPSS 19. Untuk memprediksi tingkat produksi gas di Indonesia, peneliti mengambil data historis mulai dari tahun 2005 – 2011. Hasil *forecasting* yang terpilih adalah nilai MSE terkecil.

Permasalahan tentang peramalan juga pernah diteliti oleh Lim (2013). Dalam kasus penelitiannya, Lim ingin mengetahui peramalan jumlah siswa/siswi Sekolah Menengah Atas Swasta di sebuah Provinsi di Kalimantan. Adapun metode yang digunakan untuk meramalkan permasalahannya tersebut adalah metode *Linier Regrresion, Exponential Smoothing with Trend, Exponential Smoothing, Weighted Moving Average, Moving Average* dan *Naive Method*. Perhitungan yang dilakukan masing – masing metode menggunakan 2 cara yaitu manual dan bantuan *software QM for Windows*. Dari pengolahan data tersebut hasil yang terpilih merupakan MAD dan MSE terkecil.

Permasalahan peramalan penjualan produk aksesoris olahraga yang berada di Toko Trend Soccer pernah diteliti oleh Zayn (2013). Dalam penelitiannya Toko Trend Soccer tidak pernah menerapkan sistem peramalan terhadap penjualan produknya. Melihat permasalahan tersebut peneliti meramalkan produk aksesoris olahraga yang berada di Toko Trend Soccer. Untuk meramalkan produk aksesoris olahraga tersebut peneliti menggunakan bantuan *software winQSB*. Acuan nilai yang terpilih untuk dijadikan peramalan di periode berikutnya adalah nilai MSE terkecil.

Permasalahan mengenai Intensitas *Traffic* pun pernah diteliti oleh Nora (2011). Dalam penelitiannya tersebut peneliti ingin memprediksi trafik komunikasi (*voice* dan *video*) di 8 RNC (*Radio Network Controller*) dari salah satu *provider* GSM di Wilayah Jawa Timur. Untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode *dynamic forecasting* yang dimana pada metode tersebut terdapat model *Trend Analysis* dan *Regresi Polinomial*, model *double moving average* serta model *double exponential smoothing*. Setelah dilakukan pengolahan data dan pertimbangan nilai MSE terkecil maka di dapatkan bahwa metode terbaik untuk permasalahan trafik *voice* adalah *double exponential smoothing* untuk kebanyakan semua kabupaten tetapi pengecualian untuk kabupaten Malang bahwa metode terbaik yang terpilih adalah metode regresi polinomial. Sedangkan untuk permasalahan trafik *video* bahwa metode peramalan yang terbaik di hampir semua kabupaten adalah *double exponential smoothing* tetapi pada kabupaten Magetan nilai MSE terkecil terdapat pada metode *double moving average*.

## B. *Vehicle Routing Problem*

Penelitian mengenai permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem Time Windows* telah dilakukan sebelumnya, salah satunya dilakukan oleh Nessi Ovannia (2011). Dalam penelitiannya tersebut, peneliti mengerjakan permasalahan tentang CVRPTW yang berada di PT.POS Indonesia. Latar belakang masalah pada PT. POS Indonesia adalah banyaknya pengiriman barang yang harus diantar ke sejumlah pelanggan yang dimana pelanggan tersebut tersebar di berbagai wilayah, dan adanya kapasitas kendaraan yang memiliki kapasitas 1 kendaraan melayani 50 pelanggan. Hal tersebut menyebabkan PT. POS Indonesia kesulitan dalam mengirimkan barang secara tepat waktu dan dimana PT. POS Indonesia sendiri memiliki batasan waktu untuk distribusi pengiriman barang Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode *Differential Evolution* dan Algoritma Genetika. Setelah dilakukan pengolahan data bahwa dengan metode tersebut bahwa di dapatkan rute yang optimal dalam mendistribusikan barang ke konsumen dan juga tidak melebihi kapasitas kendaraan serta tidak melebihi batasan waktu (*time windows*).

CVRPTW atau *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* pun pernah diteliti oleh Jose Carlos Sousa (2011). Dalam penelitiannya tersebut diterapkan pada perusahaan distribusi di portugal yaitu perusahaan “Just in Time Delivery S.A”. Dalam permasalahannya pada perusahaannya tersebut bahwa terlalu banyak kendaraan distribusi, yang dimana masing – masing kendaraan memiliki kapasitas 100 produk. Perusahaan “Just In Time Delivery S.A” tidak mempertimbangkan permintaan pada periode sebelumnya, dalam kenyataannya sering terjadinya kelebihan produk dalam mendistribusikan ke sejumlah *Client* serta dalam pendistribusiannya sering melewati batasan waktu tiap toko. Untuk mengatasi permasalahan CVRPTW tersebut peneliti menggunakan *software* GLPK. Setelah dilakukan pengolahan data bahwa didapatkan sejumlah kendaraan yang optimal dalam melakukan pendistribusiannya serta cara agar tidak melebihi batasan waktu toko dengan mempertimbangkan faktor waktu menunggu suatu toko.

Permasalahan CVRPTW juga diteliti oleh Atmini Dhoruri (2013), dimana peneliti meneliti di bagian distribusi LPG PT. Pertamina Persero. Dalam penelitiannya tersebut bahwa PT. Pertamina Persero ingin meminimumkan jumlah kendaraan dan juga ingin mempersingkat waktu distribusi dengan mempertimbangkan faktor jarak untuk tiap konsumennya, untuk menyelesaikan permasalahannya tersebut peneliti menggunakan bantuan *software* LINGO. Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan *software* LINGO di dapatkan bahwa jumlah kendaraan yang optimal untuk menunjang proses distribusi adalah sebanyak 2 kendaraan dengan masing – masing kendaraan memiliki kapasitas maksimum 560 unit.

Penelitian mengenai CVRP (*Capacitated Vehicle Routing Problem*) pernah dilakukan oleh Eduardo Arturo Garzon Garnica (2015). Dalam penelitiannya tersebut diterapkan pada kawasan industri yaitu Finsa yang berada di Mexico. Pada kawasan Industri Finsa tersebut memberlakukan sistem menjemput setiap karyawannya yang tersebar di 27 titik (*node*) yang dibagi dalam 3 rute dengan sebuah bis yang memiliki kapasitas maksimum sebanyak 41 orang. Dalam penjemputan karyawan tersebut perusahaan kesulitan dalam mencari rute yang optimal. Melihat permasalahan tersebut maka Eduardo menyelesaikan dengan bantuan *software* LINGO 14 dan *software Geographical Information System* untuk menggambarkan titik mana yang harus dikunjungi. Dengan adanya pengolahan pada *software* LINGO dengan iterasi sebanyak 23,489,127 yang dijalankan selama 22 menit 30 detik di dapatkan bahwa rute yang optimal dalam penjemputan karyawannya di 27 titik yaitu dengan membagi 3 rute penjemputan. Pada rute pertama dimulai mengunjungi titik 6-26-43-2-1-5-7-25-12-0. Pada rute kedua dimulai mengunjungi titik 9-8-10-11-13-0. Pada rute ketiga dimulai mengunjungi titik 24-23-15-14-20-22-21-19-16-17-18-0.

Masalah CVRP yang berada pada sebuah perusahaan distribusi di German pun pernah diteliti oleh Jorn Schonberger (2015). Permasalahan dalam penelitian tersebut bahwa terdapat 2 *warehouse* dengan masing-masing *warehouse* hanya memiliki 1 komoditas produk yang kemudian didistribusikan ke sejumlah konsumen, dengan permintaan *customer* yang telah diketahui. Untuk menunjang proses distribusi tersebut

perusahaan menyediakan 2 kendaraan dengan masing – masing *customer* hanya dikunjungi kendaraan satu kali dan masing-masing kendaraan hanya melewati 1 rute. Adanya keterbatasan kapasitas kendaraan dan rute yang belum optimal ini menyebabkan perusahaan kesusahan dalam menemukan proses distribusi yang optimal menyebabkan Permasalahan yang ada diselesaikan dengan bantuan *software* CPLEX 12.6. Setelah diolah dengan *software* tersebut maka di dapatkan rute yang optimal dalam distribusi serta mempertimbangkan kembali permintaan dari seorang konsumen.

Permasalahan CVRP juga pernah diteliti oleh Risqie (2014) pada perusahaan PT. Sumber Bening Lestari. Dalam distribusinya perusahaan tersebut belum menerapkan rute distribusi yang optimal dan adanya kapasitas maksimum dari suatu kendaraan distribusi. Melihat permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode *Savings Heuristic* untuk mencari rute optimal. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan di dapatkan hasil bahwa total jarak rute usulan sejauh 351 KM, sedangkan rute awalan yang telah diterapkan oleh perusahaan sejauh 376 KM sehingga dengan adanya penggunaan metode *Savings Heuristic* terdapat penghematan biaya sejauh 25 KM.

Hal serupa juga diteliti oleh Caretenuto (2015) yaitu berkaitan dengan pengembangan permasalahan dari VRP yaitu PVRP yang diterapkan pada *oil company* yang berada di Eropa. Dalam penelitiannya tersebut bahwa di dalam *oil company* memiliki masalah tentang jarak distribusi ke sejumlah pelanggan yang jauh saat melakukan distribusi minyak dan periode dalam mendistribusikan minyak kepada pelanggan. Permasalahan tersebut diselesaikan dengan metode *Hybrid Algoritma Genetika*. Dengan adanya pengolahan dengan metode *Hybrid Algoritma Genetika* di dapatkan rute yang optimal dan acuan periode dalam mendistribusikan minyak.

Begitu pula dengan Qureshi (2010) yang menyelesaikan pengembangan permasalahan VRP yaitu VRPSSTW (*Vehicle Routing Problem and Scheduling Problem with Semi Soft Time Windows*) yang berada di Jepang dengan metode *Algoritma Genetika*. Masalah yang terdapat pada penelitian yang dilakukan Qureshi

adalah bahwa jika suatu kendaraan melakukan keterlambatan dalam distribusi akan dikenakan biaya *penalty*, Hal tersebut tentu merugikan bagi perusahaan. Dengan adanya pengolahan Algoritma Genetika tersebut di dapatkan solusi optimal terkait rute dan batasan waktu agar tidak terjadi keterlambatan dalam distribusi yang menyebabkan *penalty*.

Metode yang sama juga diterapkan oleh Abdul Kadar (2011), dimana menggunakan metode Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem*. Dalam permasalahannya tersebut bahwa distribusi tidak berjalan secara efektif karena rute yang belum optimal. Dengan adanya pengolahan data menggunakan Algoritma Genetika tersebut didapatkan rute optimal dalam melakukan pendistribusiannya.

Masalah mengenai VRP juga pernah diteliti oleh Ariyo (2011) pada perusahaan PT. Frisian Flag Indonesia. Permasalahan yang ada dalam perusahaan tersebut adalah perusahaan kesulitan menemukan rute yang optimal dalam mendistribusikan produknya ke sejumlah konsumen. Dalam pendistribusiannya terdapat 5 kendaraan distribusi untuk penunjang aktivitas distribusi. Dengan melihat permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode Algoritma Genetika. Berdasarkan metode AG tersebut di dapatkan bahwa kendaraan 1 memiliki total jarak tempuh sejauh 92 KM, kendaraan 2 memiliki total jarak tempuh sejauh 64,9 KM, kendaraan 3 memiliki total jarak tempuh sejauh 95 KM, kendaraan 4 memiliki total jarak tempuh sejauh 55,7 KM , dan kendaraan 5 memiliki total jarak tempuh 80,2 KM.

Penggunaan metode Algoritma Genetika juga dipergunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Ismail (2008) pada perusahaan yang berada di Malaysia untuk menyelesaikan masalah VRP *with sthochastic demands* (VRPSD). Permasalahan yang terdapat dalam penelitian yang dilakukan oleh Ismail adalah rute distribusi yang belum optimal serta terdapat permintaan dari seorang *customer* yang bersifat *sthochastic*. Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan Algoritma Genetika bahwa di

dapatkan rute yang optimal untuk mendistribusikan produk serta untuk memecahkan permintaan konsumen yang bersifat *stochastic* tersebut digunakan rata-rata permintaan yang sebelumnya.

Metode AG juga digunakan Nallusamy (2009) untuk memecahkan masalah MVRP (*Multi Vehicle Routing Problem*) pada sebuah perusahaan distribusi di India. Dalam penelitiannya tersebut bahwa perusahaan kesulitan dalam menentukan sejumlah kendaraan yang optimal untuk mendistribusikan ke sejumlah titik (*node*) serta rute yang optimal terhadap sejumlah titik (*node*) tersebut agar distribusi dapat berjalan dengan baik. Dengan adanya pengolahan data dengan AG bahwa diketahui rute distribusi optimal terhadap ke sejumlah titik (*node*) yang kemudian dari hasil rute tersebut perusahaan dapat memperkirakan berapa jumlah kendaraan yang harusnya dipakai agar distribusi berjalan dengan baik.

Penelitian mengenai pengembangan VRP yaitu *Inventory Routing Problem* (IRP) juga pernah diteliti oleh Satria (2012) yang dimana penelitiannya tersebut dilakukan pada SPBU. Permasalahan utama pada penelitian yang dilakukan oleh Satria adalah Depo yang berlaku sebagai tempat awal distribusi kesulitan mengatur SPBU mana dahulu yang harus di distribusikan jika melihat dari segi jarak dan kapasitas maksimum dari SPBU itu sendiri yang mengharuskan depo untuk mengatur kuantitas pengiriman dan *retailer* mana yang harus dikunjungi dalam suatu waktu perencanaan dalam jangka waktu tertentu yang bersifat terbatas. Melihat permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) yang bertujuan untuk mendapatkan rute terpendek. Pada metode ini mengadopsi perilaku sekawanan semut dalam mencari makanannya. Dengan pengolahan menggunakan metode tersebut di dapatkan hasil berupa penjadwalan, perencanaan model IRP yang mempertimbangkan jarak *supplier-retailer* dan biaya *stockout* yang mungkin terjadi pada *retailer*.

Penelitian mengenai pengembangan VRP yaitu *Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-Up* (VRP-DP) juga diteliti oleh Ika (2012) yang dimana penelitiannya tersebut dilakukan pada distributor LPG. Permasalahan dalam penelitiannya tersebut adalah distributor kesulitan dalam mencari rute yang optimal ketika ingin melakukan *delivery and pick-up* LPG sehingga hal ini juga menyebabkan distributor kesulitan menekan total biaya distribusi. Melihat permasalahan tersebut peneliti menggunakan Algoritma *Differential Evolution*, Algoritma *Dethoff's Insertion* dan Algoritma *Tabu Search*. Dari pengolahan ketiga algoritma tersebut kemudian dibandingkan manakah yang menghasilkan solusi terbaik. Algoritma *Differential Evolution* menjadi algoritma terbaik dibandingkan kedua metode lainnya dan menghasilkan total jarak tempuh sejauh 136,54 KM.

Penelitian lain mengenai rute distribusi dilakukan oleh Ahad Jabbar Syaifullah (2014), yang dimana peneliti melakukan penelitian pada perusahaan PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk. Dalam penelitiannya tersebut terdapat masalah yaitu seorang *salesman* belum memperhatikan batasan waktu pada toko sehingga hal ini berpotensi distribusi akan melewati batasan waktu pada toko dan juga perusahaan belum mampu menekan biaya distribusi yang terkait dengan rute distribusi yang optimal serta jumlah permintaan yang tidak diketahui untuk periode selanjutnya. Melihat permasalahan tersebut, peneliti menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic* serta menggunakan *software* winQSB untuk meramalkan permintaan pada periode selanjutnya. Adapun variabel yang dipertimbangkan dalam penelitian tersebut adalah batasan waktu pengiriman (*time windows*), jarak distribusi antar toko, permintaan (KG) tiap toko serta biaya distribusi terhadap rute yang diusulkan. Dari hasil pengolahan data tersebut di dapatkan hasil permintaan untuk periode selanjutnya serta di dapatkan rute yang optimal terhadap kedua *routing*. Rute yang optimal tersebut dijadikan acuan dalam menentukan apakah perusahaan melewati batasan waktu (*time windows*) pada perusahaan atau tidak.

Penelitian mengenai rute distribusi di perusahaan PT.Ultrajaya Milk Industry,Tbk juga telah dilakukan oleh Nurhayati (2015). Dalam penelitiannya tersebut terdapat masalah yaitu perusahaan belum memperhatikan kondisi lingkungan akibat buangan emisi kendaraan, biaya transportasi, konsumsi bahan bakar dan emisi. Peneliti menggunakan metode Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah *Green Vehicle Routing Problem Time Windows*, tetapi dalam penelitiannya tersebut peneliti hanya memperhatikan variabel jarak, batasan waktu, biaya transportasi, konsumsi bahan bakar, emisi CO<sub>2</sub>. Dengan adanya pengolahan metode Algoritma Genetika menggunakan *software* NLI Generator dengan 1600 generasi 50 populasi 10% *mutation probability* pada toko minggu pertama dan 3000 generasi 70 populasi 10% *mutation probability* pada toko minggu kedua di dapatkan rute yang usulan dan hasil rute usulan dengan metode Algoritma Genetika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Ahad Jabbar Syaifullah (2014). Dan di dapatkan juga biaya transportasi serta konsumsi bahan bakar dan emisi.

Pada penelitian tersebut belum memperhatikan kapasitas kendaraan saat melakukan distribusi, padahal hal tersebut sangat perlu diperhatikan saat melakukan proses distribusi. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, maka dilakukan pengembangan terhadap rute distribusi di perusahaan PT. Ultrajaya Milk Industry,Tbk. Pengembangan yang dilakukan yaitu adalah mempertimbangkan faktor kapasitas kendaraan saat melakukan distribusi terhadap permintaan yang diinginkan oleh *customer*, atau dapat dikatakan hal ini merupakan pengembangan dari jenis pendekatan *Vehicle Routing Problem* sendiri yaitu *Capacity Vehicle Routing Problem With Time Windows*. Permasalahan mengenai *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* sendiri sudah sering dikaji baik dalam bentuk jurnal atau skripsi.

## 2.2 Kajian Deduktif

### 2.2.1 Peramalan

Menurut Gaspersz (2004), aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan permintaan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Dengan demikian peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis.

Menurut Supranto (1984), *forecasting* atau peramalan adalah memperkirakan sesuatu pada waktu-waktu yang akan datang berdasarkan data masa lampau yang dianalisis secara ilmiah, khususnya menggunakan metode statistika. Menurut Sofjan Assauri (1993), peramalan merupakan seni dan ilmu dalam memprediksikan kejadian yang mungkin dihadapi pada masa yang akan datang. Dengan digunakannya peralatan metode-metode peramalan maka akan memberikan hasil peramalan yang lebih dapat dipercaya ketetapanannya. Oleh karena masing-masing metode peramalan berbeda-beda, maka penggunaannya harus hati-hati terutama dalam pemilihan metode untuk penggunaan dalam kasus tertentu.

### 2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan

Suatu permintaan dari seorang konsumen pasti disebabkan suatu faktor yang mempengaruhi terjadinya permintaan itu menjadi tinggi atau rendah. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan dan penawaran adalah :

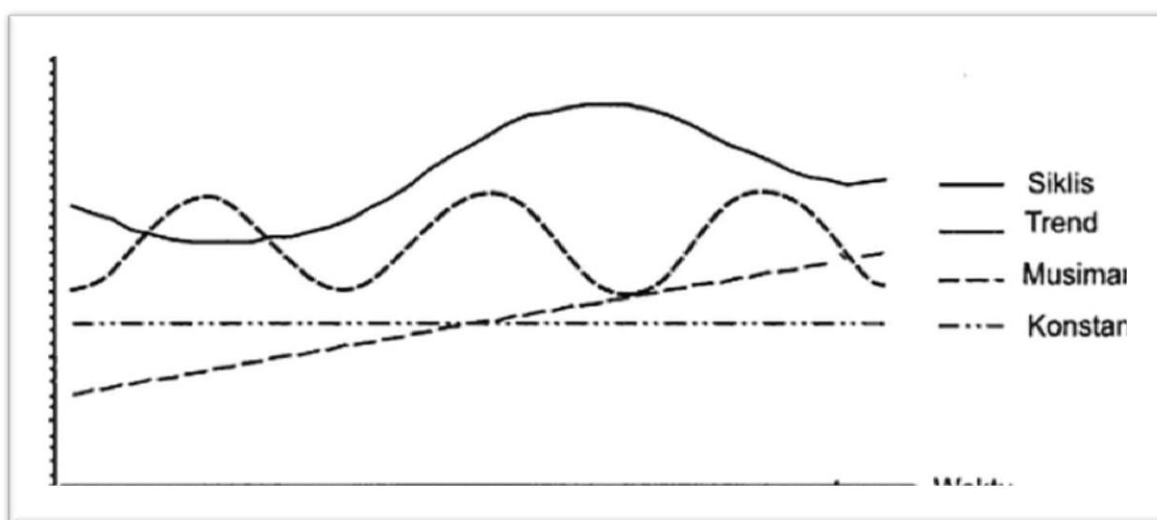
- a. Selera. dengan berubahnya selera konsumen atas suatu barang atau jasa tertentu, maka tentu saja jumlah permintaan atas barang atau jasa itu pun berubah. Apabila barang atau jasa itu sedang banyak disukai, maka permintaan barang atau jasa itu

pun akan meningkat. Keadaan yang sebaliknya akan terjadi apabila barang atau jasa itu tidak disukai oleh konsumen.

- b. Perubahan Pendapatan. Apabila pendapatan masyarakat bertambah, maka tentu akan terjadi perubahan pola permintaan di pasar. Misalnya kenaikan gaji pegawai negeri dan karyawan swasta sudah pasti akan meningkatkan pendapatan pegawai negeri dan karyawan yang bersangkutan. Kenaikan ini dapat mengakibatkan terjadinya perubahan permintaan terhadap beberapa komoditi pada tingkat harga tertentu atas barang-barang kebutuhan pokok, pendidikan dan rekreasi, serta masih banyak lagi.
- c. Perubahan Jumlah Penduduk. Pertambahan penduduk merupakan faktor yang sangat dominan terhadap perubahan permintaan dan penawaran. Gejala ini mudah dimengerti, mengingat tidak mungkin seorang anak manusia yang lahir di dunia ini akan dibiarkan demikian saja tanpa perawatan, makanan, pakaian dan tempat tinggal serta pendidikan sebagaimana layaknya manusia yang harus hidup wajar. Jadi jelaskanlah bahwa semakin banyaknya jumlah penduduk akan mengakibatkan meningkatkannya permintaan atas barang atau jasa.
- d. Harapan atau Ekspektasi. Harapan atau ekspektasi konsumen merupakan perkiraan yang ia tetapkan di kemudian hari atas pendapatan yang ia terima. Apabila dia memperkirakan bahwa tingkat pendapatannya akan meningkat, sehingga jumlah permintaan pun akan cenderung meningkat. Sebaliknya, apabila ia memperkirakan bahwa tingkat pendapatannya akan menurun, maka jumlah permintaan pun akan cenderung menurun.
- e. Harga Barang Lain yang Berhubungan, baik Barang Substitusi maupun Barang Komplementer. Dengan meningkatnya harga barang substitusi, permintaan suatu barang tertentu akan meningkat, dan sebaliknya jika barang substitusi menurun, maka permintaan akan barang itu menurun.

### 2.2.3 Pola Data

Menurut Eddy Herjanto (2008), analisis serial waktu dimulai dengan memplot data pada suatu skala waktu (membuat diagram pencer/*scatter* diagram) kemudian mempelajari plot tersebut, dan akhirnya mencari suatu bentuk atau pola yang konsisten atas data. Pola dari serangkaian data dalam serial waktu dapat dikelompokkan ke dalam pola dasar seperti pada Gambar dibawah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Pola Dasar dalam serial waktu

Sumber : Eddy Herjanto , 2008

Berikut penjelasan pada Gambar 2.1 diatas. (1) *Horizontal* (konstan), yaitu apabila data berfluktuasi di sekitar rata-rata secara stabil. Polanya berupa garis lurus mendatar. Pola seperti ini biasanya terdapat dalam jangka pendek atau menengah. Jarang sekali suatu variabel memiliki pola konstan dalam jangka waktu panjang. (2) Kecenderungan (*trend*), yaitu apabila data mempunyai kecenderungan, baik yang arahnya meningkat atau menurun dari waktu ke waktu. Pola ini disebabkan antara lain oleh bertambahnya populasi, perubahan pendapatan dan pengaruh budaya. (3) Musiman (*seasonal*) yaitu apabila polanya merupakan gerakan yang berulang-ulang secara teratur dalam setiap periode tertentu, misalnya tahunan, triwulan, bulanan atau mingguan. Pola ini biasanya berhubungan dengan faktor iklim / cuaca atau faktor yang dibuat oleh manusia, seperti

liburan dan hari besar. (4) Siklus (*cyclical*), yaitu apabila data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang, seperti daur hidup bisnis. Perbedaan utama antara pola musiman dengan siklus adalah pola musiman mempunyai panjang gelombang yang tetap dan terjadi pada jarak waktu (durasi) yang tetap, sedangkan pola siklus ini memiliki jarak waktu yang lebih panjang dan bervariasi dari satu siklus ke siklus lainnya. (5) *Residu* atau variasi acak, yaitu apabila data tidak teratur sama sekali. Data yang bersifat *residu* tidak dapat digambarkan.

## 2.2.4 Metode Peramalan

Menurut penjelasan pada *Software WinQSB* bahwa data *time series* adalah data historis yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk item tertentu yang menarik. Interval waktu atau unit waktu untuk setiap data dapat hari, minggu, bulan, triwulan, tahun, atau jangka waktu tertentu. Data *time series* biasanya memiliki lima komponen utama: rata-rata, *trend*, pengaruh musiman, gerakan siklis, dan kesalahan acak. Peramalan *time series* adalah prosedur untuk memprediksi atau meramalkan masa depan dengan menggunakan data *time series*.

Penyelesaian peramalan *time series* memiliki beberapa metode yaitu seperti *Simple Average* (SA), *Moving Average* (MA), *Weighted Moving Average* (WMA), *Moving Average with Linear Trend* (MAT), *Single Exponential Smoothing* (DES), *Single Exponential Smoothing with Trend* (SEST), *Double Exponential Smoothing* (DES), *Double Exponential Smoothing With Trend* (DEST), *Adaptive Exponential Smoothing* (AES), *Linear Regression with Time* (LR), *Holt-Winters Additive Algorithm* (HWA), dan *Holt-Winters Multiplicative Algorithm* (HWM). Berikut formula pada metode tersebut:

Keterangan:

$x(t)$  = aktual (histori) data pada saat  $t$ ,  $t = 1, \dots, n$

$F(t)$ ,  $F'(t)$  = nilai yang diperoleh pada waktu  $t$

$T(t)$  = komponen trend pada waktu  $t$

$S(t)$  = faktor musiman pada waktu  $t$

$f(t + h)$  = Perkiraan (prediksi) waktu  $t + h$  pada waktu  $t$ , periode  $h$  ke masa depan.

a) *Simple Average*:

$$F(t) = \frac{\sum x(i)}{t} \quad (2.1)$$

untuk  $i$  dari 1 sampai  $t$

$$f(t + h) = F(t) \quad (2.2)$$

b) *Moving Average*:

$$F(t) = \frac{\sum x(i)}{m} \quad (2.3)$$

untuk  $i$  dari  $t - m + 1$  sampai  $t$

$$f(t + h) = F(t) \quad (2.4)$$

Keterangan:

$m$  = panjang rata-rata bergerak

c) *Weighted Moving Average*:

$$F(t) = \frac{\sum w(t - i + 1) x(i)}{\sum w(t - i + 1)} \quad (2.5)$$

untuk  $i$  dari  $t - m + 1$  sampai  $t$ .

Kemudian  $w(1), w(2), \dots, w(m)$

dengan  $w(1)$  digunakan untuk  $x(t)$  dan

$w(m)$  digunakan untuk  $x(t - m + 1)$

$$f(t + h) = F(t) \quad (2.6)$$

Keterangan:

$m$  = panjang rata-rata bergerak

$w$  = beban

d) *Moving Average with Trend Linear:*

$$F(t) = \frac{\sum x(i)}{m} \quad (2.7)$$

untuk  $i$  dari  $t - m + 1$  sampai  $t$

$$F'(t) = F'(t - 1) + a [(m - 1) x(t) + (m + 1) x(t - m) - 2m F(t - 1)] \quad (2.8)$$

$$\text{untuk } a = \frac{6}{[m(m^2 - 1)]}$$

$$f(t + h) = F(t) + F'(t) \left[ \frac{(m - 1)}{2 + h} \right] \quad (2.9)$$

Keterangan:

$m$  = panjang rata-rata bergerak

e) *Single Exponential Smoothing:*

$$F(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha) F(t - 1) \quad (2.10)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$ , dan standar  $F(0) = x(1)$

$$f(t + h) = F(t) \quad (2.11)$$

Keterangan:

$\alpha$  : konstanta pemulusan

f) *Single Exponential Smoothing with Linear Trend:*

$$F(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha) [F(t - 1) + T(t - 1)] \quad (2.12)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$T(t) = \beta [F(t) - F(t - 1)] + (1 - \beta) T(t - 1) \quad (2.13)$$

untuk  $0 \leq \beta \leq 1$

$$f(t + h) = F(t) + h T(t) \quad (2.14)$$

untuk standar  $F(0) = x(1)$ ,  $T(0) = 0$

Keterangan:

$\alpha, \beta$  = konstanta *smoothing*

g) *Double Exponential Smoothing:*

$$F(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha) F(t-1) \quad (2.15)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$F'(t) = \alpha F(t) + (1 - \alpha) F'(t-1) \quad (2.16)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$f(t+h) = F'(t) \quad (2.17)$$

untuk standar  $F(0) = F'(0) = x(1)$

Keterangan:

$\alpha$  = konstanta *smoothing*

h) *Double Exponential Smoothing with Linear Trend:*

$$F(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha) F(t-1) \quad (2.18)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$F'(t) = \alpha F(t) + (1 - \alpha) F'(t-1) \quad (2.19)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$f(t+h) = 2F(t) - F'(t) + h \left[ \frac{\alpha}{1-\alpha} \right] [F(t) - F'(t)] \quad (2.20)$$

untuk standar  $F(0) = F'(0) = x(1)$

Keterangan:

$\alpha$  = konstanta *smoothing*

i) *Linear Regression:*

$$\mu = \frac{\sum x(i)}{n} \quad (2.21)$$

untuk  $i$  dari 1 sampai  $n$

$$\theta = \sum i x(i) \quad (2.22)$$

untuk  $i$  dari 1 sampai  $n$

$$\sigma^2 = \sum x(i)^2 \quad (2.23)$$

untuk  $i$  dari 1 sampai  $n$

$$b = [\theta - n \mu^{(n+1)/2} / \sigma^2 - n^{(n+1)^2} / 4] \quad (2.24)$$

$$a = \mu - b^{(n+1)} / 2 \quad (2.25)$$

$$F(t) = a + b t \quad (2.26)$$

j) *Holt-Winters Additive Algorithm:*

$$F(t) = \alpha [x(t) S(t-c)] + (1 - \alpha) [F(t-1) + T(t-1)] \quad (2.27)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$T(t) = \beta [F(t) - F(t-1)] + (1 - \beta) T(t-1) \quad (2.28)$$

untuk  $0 \leq \beta \leq 1$

$$S(t) = \gamma [x(t) - F(t)] + (1 - \gamma) S(t-c) \quad (2.29)$$

untuk  $0 \leq \gamma \leq 1$

$$f(t+h) = F(t) + hT(t) + S(t+h-c) \quad (2.30)$$

untuk  $h = 1, 2, \dots, c$

$$f(t+h) = F(t) + hT(t) + S(t+h-2c) \quad (2.31)$$

untuk  $h = c + 1, c + 2, \dots, 2c$

$$f(t+h) = F(t) + hT(t) + S(t+h-3c) \quad (2.32)$$

untuk  $h = 2c + 1, 2c + 2, \dots, 3c$

**Keterangan:**

$c$  = panjang siklus musiman

$\alpha, \beta, \gamma$  = konstanta *smoothing*

Misalkan  $\mu$  menjadi rata-rata siklus pertama, yaitu,  $t = 1 \dots c$ .

*Default* pengaturan awal adalah:

$$F(0) = \mu, T(0) = 0, S(t) = x(t) - \mu \text{ untuk } t = 1 \text{ ke } c.$$

k) *Holt-Winters Multiplicative Algorithm*:

$$F(t) = \alpha x(t) / S(t-c) + (1 - \alpha) [F(t-1) + T(t-1)] \quad (2.33)$$

untuk  $0 \leq \alpha \leq 1$

$$T(t) = \beta [F(t) - F(t-1)] + (1 - \beta) T(t-1) \quad (2.34)$$

untuk  $0 \leq \beta \leq 1$

$$S(t) = \gamma x(t) / F(t) + (1 - \gamma) S(t-c) \quad (2.35)$$

untuk  $0 \leq \gamma \leq 1$

$$f(t+h) = [F(t) + hT(t)] S(t+h-c) \quad (2.36)$$

untuk  $h = 1, 2, \dots, c$

$$f(t+h) = [F(t) + hT(t)] S(t+h-2c) \quad (2.37)$$

untuk  $h = c+1, c+2, \dots, 2c$

$$f(t+h) = [F(t) + hT(t)] S(t+h-3c) \quad (2.38)$$

untuk  $h = 2c+1, 2c+2, \dots, 3c$

**Keterangan:**

$c$  = panjang siklus musiman

$\alpha, \beta, \gamma$  = konstanta *smoothing*

Misalkan  $\mu$  menjadi rata-rata siklus pertama, yaitu,  $t = 1$  ke  $c$ .

*Default* pengaturan awal adalah:  $F(0) = \mu, T(0) = 0, S(t) = x(t) / \mu$

untuk  $t = 1$  ke  $c$ .

### 2.2.5 Ukuran Akurasi Peramalan

Validasi metode peramalan terutama dengan menggunakan metode-metode di atas tidak dapat lepas dari indikator-indikator dalam pengukuran akurasi peramalan. Bagaimanapun juga terdapat sejumlah indikator dalam pengukuran akurasi peramalan, tetapi yang paling umum digunakan adalah *mean absolute deviation*, *mean absolute percentage error*, dan *mean squared error*.

#### a) *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Akurasi peramalan akan tinggi apabila nilai-nilai MAD, *mean absolute percentage error*, dan *mean squared error* semakin kecil. MAD merupakan nilai total absolut dari *forecast error* dibagi dengan data. Atau yang lebih mudah adalah nilai kumulatif *absolute error* dibagi dengan periode. Jika diformulasikan maka formula untuk menghitung MAD menurut Gaspersz (2004) sebagai berikut:

$$\text{MAD} = \frac{\sum |ei|}{n} \quad (2.39)$$

Keterangan:

MAD = *mean absolute deviation*

*ei* = absolute dari *forecast error*

*n* = jumlah periode peramalan

#### b) *Mean Squared Error* (MSE)

Menurut Gaspersz (2004), *mean squared error* biasa disebut juga galat peramalan. Galat peramalan ini juga dapat berfungsi untuk menghitung nilai MAD. Galat ramalan tidak dapat dihindari dalam sistem peramalan, namun galat ramalan itu harus dikelola dengan benar. Pengelolaan terhadap galat ramalan akan menjadi lebih efektif apabila peramal mampu mengambil tindakan mengambil tindakan yang tepat berkaitan dengan alasan-alasan terjadinya galat ramalan itu. Dalam sistem peramalan, penggunaan berbagai model peramalan akan memberikan nilai ramalan yang berbeda dan derajat dari galat ramalan yang berbeda pula. Rata-rata kesalahan kuadrat memperkuat

pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan prakiraan yang lebih kecil dari satu unit.

$$MSE = \frac{\sum ei^2}{n} \quad (2.40)$$

Keterangan:

$MSE = \text{mean squared error}$

$ei = \text{forecast errors}$

$n = \text{jumlah periode peramalan}$

#### c) *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Rata-rata persentase kesalahan kuadrat merupakan pengukuran ketelitian dengan cara persentase kesalahan *absolute*. MAPE menunjukkan rata-rata kesalahan absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktualnya (Gaspersz, 2004).

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{ei}{xi} \right| (100)}{n} \quad (2.41)$$

Keterangan:

$MAPE = \text{mean absolute percentage error}$

$ei = \text{forecast errors}$

$xi = \text{permintaan aktual periode lalu}$

$n = \text{jumlah periode peramalan}$

#### d) *Tracking Signal*

Menurut Gaspersz (2004), suatu ukuran bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai-nilai aktual suatu ramalan diperbaharui setiap minggu, bulan atau triwulan, sehingga data permintaan yang baru dibandingkan terhadap nilai-nilai ramalan. *Tracking signal* dihitung sebagai *running sum of the forecast errors* dibagi dengan *mean absolute deviation*.

$$\text{Tracking Signal} = \frac{RSFE}{MAD} \quad (2.42)$$

Keterangan:

$RSFE = \text{running sum of the forecast errors}$

$MAD = \text{mean absolute deviation}$

*Tracking signal* yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar dari pada ramalan, sedangkan apabila negatif berarti nilai aktual permintaan lebih kecil dari pada ramalan. Pada setiap peramalan, *tracking signal* terkadang digunakan untuk melihat apakah nilai-nilai yang dihasilkan berada di dalam atau di luar batas-batas pengendalian dimana nilai-nilai *tracking signal* itu bergerak antara -4 sampai +4.

e) *Moving Range* (MR)

*Moving range* dibuat untuk membandingkan nilai-nilai observasi atau data aktual dengan nilai peramalan dari kebutuhan yang sama. Dapat dikatakan bahwa *moving range* adalah peta kontrol statistik yang digunakan pada pengendalian kualitas. Peta *moving range* memiliki batasan-batasan yang terdiri dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Jika ada sebuah titik atau data yang berada di luar batas tersebut maka ada beberapa data yang harus dihilangkan atau mencari metode peramalan yang lain. *Moving Range* digunakan untuk mengetahui sejauh mana arah pergerakan (misal: permintaan) bergerak. Perhitungan *Moving Range* menggunakan rumus:

$$MR = (F_{t-1} - A_{t-1}) - (F_t - A_t) \quad (2.43)$$

Keterangan:

$MR$  = *moving range*

$F_{t-1}$  = nilai ramalan untuk periode waktu yang lalu

$F_t$  = nilai ramalan untuk periode waktu ke- $t$

$A_{t-1}$  = nilai aktual untuk periode waktu yang lalu

$A_t$  = nilai aktual untuk periode waktu ke- $t$

### 2.3 Distribusi

Distribusi merupakan suatu proses yang menunjukkan penyaluran barang yang di buat dari produsen agar sampai kepada para konsumen yang tersebar luas. Produsen sendiri memiliki pengertian sebagai orang yang melakukan dan membuat suatu produksi, sedangkan konsumen adalah orang yang menggunakan atau memakai barang atau jasa yang di tawarkan oleh produsen dalam kegiatan pembuatan barang.

Selain itu, distribusi juga memiliki pengertian sebagai kegiatan ekonomi yang menjembatani suatu produksi dan konsumsi suatu barang agar barang dan jasa yang ditawarkan akan sampai tepat kepada para konsumen sehingga kegunaan yang di dapat dari barang dan jasa tersebut akan semakin maksimal setelah di konsumsi. Maka dari itu, akan sangat terlihat tentang kegunaan dari distribusi baik tentang waktu dan tempatnya.

### **2.3.1 Strategi Distribusi**

Menurut Mumuh Mulyana (2011) bahwa dalam pandangan makroekonomi, distribusi merupakan proses dan struktur yang sesuai dalam memindahkan barang dari pabrik ke konsumen akhir. Perpindahan ini akan membutuhkan peralatan teknis dan material dan hubungan antara mereka sebagai dampak dari pemilihan arus barang. Pandangan ekonomi mikro, distribusi berdampak pada keputusan-keputusan yang dibuat dalam perumusan strategi perusahaan mulai pilihan metode menjual dan cara menyelesaikan produk sampai ke konsumen akhir.

Aspek waktu dan ruang menjadi hal penting pula dalam mewujudkan kuantitas dan kualitas suatu produk yang ditawarkan kepada konsumen akhir. Proses penyediaan produk yang baik pada konsumen mengharuskan perusahaan melakukan sejumlah tugas yang kompleks, termasuk :

- a. Pengiriman produk jadi ke penerima akhir, dengan mutu, jaminan, ketahanan dan pengemasan yang sesuai
- b. Pengurangan dalam waktu penyerahan
- c. Pengurangan Biaya distribusi
- d. *Lead-time* yang fleksibel
- e. Memperluas layanan untuk pelanggan
- f. Memastikan penyerahan berdasarkan pesanan spesifik

Pelaksanaan Tugas perusahaan dalam memilih saluran distribusi dan metode penyaluran produk secara fisik, sehingga rencana penjualan dapat tercapai serta layanan kepada pelanggan dapat terpenuhi, akan sangat mempertimbangkan dan memperhatikan aspek biaya-biaya. Distribusi akan menjadi lebih atraktif bagi pelanggan, saat semua aktivitas yang terkait terwujud dengan baik dan juga fungsi distribusi dapat memberikan manfaat yang lebih. Dengan hal-hal tersebut, waktu dan ruang proses produksi dan konsumsi akan menjadi efektif, sehingga perbedaan permintaan dan penawaran dapat diatasi.

### 2.3.2 Saluran Distribusi

Terdapat beberapa macam saluran distribusi yang umum :

#### 1. Produsen – Konsumen

Bentuk saluran distribusi ini merupakan yang paling pendek dan sederhana karena tanpa menggunakan perantara. Produsen dapat menjual barang yang dihasilkannya melalui pos atau langsung mendatangi rumah konsumen (dari rumah ke rumah). Oleh karena itu saluran ini disebut saluran distribusi langsung.

#### 2. Produsen – Pengecer (*retailer*) – Konsumen

Produsen hanya melayani penjualan dalam jumlah besar kepada pedagang besar saja, tidak menjual kepada pengecer. Pembelian oleh pengecer dilayani oleh pedagang besar, dan pembelian oleh konsumen dilayani pengecer saja.

#### 3. Produsen – Pedagang Besar (*Wholesaler*) – Pengecer (*retailer*) – Konsumen

Saluran distribusi ini banyak digunakan oleh produsen, dan dinamakan saluran distribusi tradisional. Di sini, produsen hanya melayani penjualan dalam jumlah besar

kepada pedagang besar saja, tidak menjual kepada pengecer. Pembelian oleh pengecer dilayani pedagang besar, dan pembelian oleh konsumen dilayani pengecer saja.

#### 4. Produsen – Agen (*Wholesaler*) – Pengecer (*retailer*) – Konsumen

Di sini, produsen memilih agen sebagai penyalurnya. Ia menjalankan kegiatan perdagangan besar dalam saluran distribusi yang ada. Sasaran penjualannya terutama ditujukan kepada para pengecer besar.

#### 5. Produsen – Agen – Pedagang Besar – Pengecer (*retailer*) – Konsumen

Dalam saluran distribusi, produsen sering menggunakan agen sebagai perantara untuk menyalurkan barangnya kepada pedagang besar yang kemudian menjualnya kepada toko-toko kecil. Agen yang terlihat dalam saluran distribusi ini terutama agen penjualan. Saluran distribusi dipengaruhi faktor.

### **2.3.3 Sistem Transportasi**

Sistem adalah suatu bentuk keterkaitan antara suatu variabel lainnya dalam tatanan yang terstruktur. Sedangkan transportasi merupakan kegiatan memindahkan/mengangkut barang dari produsen sampai kepada konsumen dengan menggunakan salah satu moda transportasi yang dapat meliputi moda transportasi darat, laut/sungai maupun udara.

Selanjutnya transportasi adalah kegiatan pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Ada tiga hal yang berkaitan dengan transportasi, yakni ada muatan yang diangkut, tersedia kendaraan sebagai alat angkutnya dan ada jalan yang dapat dilalui. Transportasi menyebabkan nilai barang lebih tinggi di tempat tujuan daripada di tempat asal dan nilai lebih besar daripada biaya dikeluarkan untuk pengangkutannya. Sehingga sistem transportasi dapat diartikan sebagai gabungan dari beberapa komponen atau obyek yang saling berkaitan dalam hal pengangkutan

barang/manusia oleh berbagai jenis kendaraan sesuai dengan kemajuan teknologi (Salim Abbas, 1993).

Transportasi memberikan manfaat geografis pada sistem logistik dengan menghubungkan fasilitas-fasilitas dengan pasar. Pada banyak perusahaan, pengeluaran untuk transport lebih besar dari pengeluaran untuk unsur lainnya. Biaya transport industri yang menghasilkan produk bernilai tinggi adalah rendah persentasenya terhadap penjualan. Sebaliknya, biaya transport batu bara, bijih besi, bahan-bahan kimia dasar dan pupuk adalah relatif tinggi. Kebutuhan pelayanan industri sangat berbeda-beda dari industri ke industri. Banyak pilihan transportasi tersedia bagi pengangkutan produk atau bahan mentah dalam sistem logistik. Disamping itu perusahaan dapat memutuskan untuk mengusahakan transportasi sendiri, atau mengadakan perjanjian dengan spesialis transport (Salim Abbas, 1993). Sistem logistik memandang kegiatan transportasi dengan empat faktor yang memegang peranan penting, yaitu (Gitosudarmo, 1998):

a. Biaya

Biaya transportasi merupakan pembayaran sesungguhnya yang harus dikeluarkan guna mengganti balas jasa pengangkutan barang yang telah dikeluarkan, jadi bukan berarti metode transportasi yang termurah itu merupakan metode yang pasti dikehendaki.

b. Kecepatan

Faktor kecepatan merupakan waktu yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu tugas pengangkutan di antara tempat asal barang ke tempat tujuan yang dikehendaki. Faktor kecepatan harus selalu dikaitkan dengan kondisi barang yang dipindahkan agar jangan sampai terjadi kerusakan walau mungkin dari segi waktu lebih cepat dari penggunaan transportasi lainnya. Bisa dikatakan waktu yang paling cepat dalam kegiatan transportasi suatu barang belum menjamin tercapainya kegiatan logistik yang baik.

### c. Pelayanan

Faktor pelayanan merupakan suatu kegiatan servis yang diberikan terhadap barang perusahaan selama dalam kegiatan pemindahan barang. Pelayanan atau servis datangnya dari berbagai pihak, baik pengangkutan barang itu dikelola oleh perusahaan sendiri atau dengan cara menyewa dari perusahaan pengangkutan yang resmi. Pelayanan barang datangnya dari para karyawan yang membawa, mengendalikan alat transportasi para petugas yang berhubungan dengan alat transportasi. Pelayanan yang terbaik yang kita harapkan dengan tidak menambah biaya transportasi dari biaya yang normal

### d. Konsistensi

Konsistensi pelayanan merupakan hal yang cukup penting di bidang transportasi dengan menunjukkan prestasi waktu yang teratur.

## ***2.4 Vehicle Routing Problem***

VRP adalah salah satu bentuk permasalahan transportasi yang melibatkan pendistribusian barang maupun orang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan bertujuan untuk meminimasi beberapa tujuan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan secara optimal jumlah kendaraan yang digunakan serta rute yang harus ditempuh untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan

### 2.4.1 Jenis-jenis VRP

Dalam penggunaan VRP untuk dunia nyata, banyak faktor sampingan yang muncul. Faktor-faktor tersebut berpengaruh pada munculnya variasi dari VRP, antara lain:

1. *Capacitated VRP (CVRP)*

Faktor: Setiap kendaraan punya kapasitas yang terbatas.

2. *VRP with Time Windows (VRPTW)*

Faktor: Setiap pelanggan harus disuplai dalam jangka waktu tertentu.

3. *Multiple Depot VRP (MDVRP)*

Faktor: Distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.

4. *VRP with Pick-Up and Delivering (VRPPD)*

Faktor: Pelanggan mungkin mengembalikan barang pada depot asal.

5. *Split Delivery VRP (SDVRP)*

Faktor: Pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.

6. *Periodic VRP*

Faktor: Pengantaran hanya dilakukan di hari tertentu.

### 2.4.2 Solusi untuk variasi VRP

Telah disebutkan sebelumnya bahwa ada berbagai variasi dari VRP. Masing-masing memiliki faktor pendorong tersendiri dan masalah tersendiri.

### A. *Capacitated VRP (CVRP)*

CVRP atau *Capacitated Vehicle Routing Problem* adalah sebuah VRP dimana diberikan sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu yang harus melayani sejumlah permintaan pelanggan yang telah diketahui untuk satu komoditas dari sebuah depot dengan biaya transit minimum. Oleh karena itu, CVRP sama seperti VRP dengan faktor tambahan yaitu tiap kendaraan punya kapasitas tertentu untuk satu komoditas. CVRP dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan, dan total permintaan barang untuk tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut.
- b. Kelayakan: Solusi dikatakan ‘layak’ jika jumlah total barang yang diatur untuk tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut.
- c. Perhitungan: Misalkan  $Q$  melambangkan kapasitas sebuah kendaraan. Secara matematis, solusi untuk CVRP sama dengan VRP, tapi dengan batasan tambahan total permintaan pelanggan pada rute  $R_i$  tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan  $Q$ , atau  $\sum_{i=1}^m d_i \leq Q$

### B. *VRP with Time Windows (VRPTW)*

VRPTW atau *Vehicle Routing Problem with Time Window*, hampir sama dengan VRP, namun memiliki batas tambahan yaitu sebuah jangka waktu, yang berhubungan dengan setiap pelanggan, yang mendefinisikan sebuah jangka waktu  $[e_i, l_i]$  dimana sang pelanggan harus disuplai. Interval waktu  $[e_0, l_0]$  di depot disebut sebagai batas penjadwalan. VRPTW dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan dan waktu menunggu yang dibutuhkan untuk menyuplai semua pelanggan pada jam-jam tertentu.

- b. Kelayakan: VRPTW dibatasi hal-hal berikut, yaitu: solusi menjadi ‘tidak layak’ jika kiriman pada pelanggan sampai setelah batas atas dari interval; jika kendaraan sampai sebelum batas bawah interval, maka waktu menunggu pada rute tersebut menjadi bertambah; Setiap rute harus *start* dan berhenti dalam jangka waktu yang berkaitan dengan depot; Untuk kasus *soft time windows*, sebuah pengiriman yang terlambat tidak mempengaruhi kelayakan solusi, tapi berpengaruh pada penambahan nilai di fungsi objektif.

Perhitungan: Misalkan  $b_v$  melambangkan awal pelayanan pada pelanggan  $v$ . Agar rute  $R_i = (v_0, v_1, \dots, v_m, v_{m+1})$  memiliki solusi  $b$  yang mungkin maka solusi harus memenuhi  $e_{vi} \leq b_{vi} \leq l_{vi}$ ,  $1 \leq i \leq m$ ,  $b_{vm} + \delta_{vm} + c_{vm}, 0 \leq l_0$ . Jika diberikan bahwa sebuah kendaraan pergi ke pelanggan selanjutnya segera setelah selesai melayani pelanggan sebelumnya,  $b_{vi}$  dapat dihitung secara *rekursif* dengan rumus  $b_{vi} = \max\{e_{vi}, b_{v_{i-1}} + \delta_{v_{i-1}} + c_{v_{i-1}}, v_i\}$  (6) dengan  $b_0 = e_0$  dan  $\delta_0 = 0$ . Maka, waktu menunggu  $w_{vi} = \max\{0, b_{vi} - b_{v_{i-1}} - \delta_{v_{i-1}} - c_{v_{i-1}}, i\}$  (7) dapat berpengaruh ketika mencapai pelanggan  $v_i$ . Biaya untuk rute  $i$  dapat ditentukan dengan rumus  $CVRPTW(R_i) = \sum_{i=0}^m c_{i,i+1} + \sum_{i=1}^m \delta_i + \sum_{i=0}^m w_0$  (8).

Untuk solusi  $S$  dengan rute  $R_1, \dots, R_m$ , biaya dari  $S$  ditentukan oleh  $FVRPTW(S) = \sum_{i=1}^m (CVRPTW(R_i) + M)$  (9), dimana  $M$  adalah sebuah konstanta yang sangat besar.  $M$  ditambahkan kedalam perhitungan karena minimalisasi jumlah kendaraan dimasukkan dalam salah satu tujuan VRPTW. Solusi  $S$  terbilang layak/mungkin jika semua rute yang ada dalam  $S$  layak/mungkin dan semua pelanggan dilayani dalam satu rute. Kita dapat menganggap bahwa semua kendaraan akan meninggalkan depot seawal mungkin  $e_0$ . Setelah kita mendapatkan solusi dari VRPTW, kita bisa menyesuaikan waktu keberangkatan tiap depot untuk setiap kendaraan untuk menghilangkan waktu menunggu yang tidak penting

### C. *Multiple Depot VRP (MDVRP)*

Sebuah perusahaan mungkin memiliki lebih dari satu depot. Jika pelanggan-pelanggannya terkumpul di sekitar depot-depot yang ada, maka masalah pendistribusiannya harus dimodelkan menjadi sebuah kumpulan dari VRP-VRP yang *independent*. Namun, jika pelanggan dan depot-depot yang ada saling bercampur aduk (tidak terkumpul secara teratur, bisa ada satu pelanggan dilayani lebih dari satu depot atau sebaliknya) maka masalahnya menjadi *Multi-Depot Vehicle Routing Problem* atau MDVRP.

Sebuah MDVRP membutuhkan pengaturan para pelanggan ke depot-depot yang ada. Tiap kendaraan pergi dari satu depot, melayani pelanggan-pelanggan yang sudah ditentukan akan dilayani oleh depot tersebut, dan kembali lagi ke depot tersebut. Tujuan utama dari MDVRP adalah untuk melayani semua pelanggan sementara jumlah kendaraan dan jarak perjalanan diminimalisasi. Penjabaran MDVRP sebagai berikut:

- a. Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan dan total permintaan barang yang harus dilakukan dari beberapa depot.
- b. Kelayakan: Solusi dianggap layak jika tiap rute memenuhi batasan standar VRP dan keluar-masuk kendaraan terjadi di depot yang sama.
- c. Perhitungan: Dalam kasus MDVRP, kita mempunyai himpunan simpul  $V = \{v1, \dots, vm\} \cup V0$ , dimana  $V0 = \{v01, \dots, v0d\}$  adalah simpul-simpul yang menggambarkan depot-depot yang ada. Rute  $i$  digambarkan dengan  $Ri = \{d, v1, \dots, vm, d\}$  dengan  $d \in V0$ . Biaya untuk rute ini dihitung dengan cara yang sama untuk VRP biasa.

### D. *VRP with Pick-Up and Delivering (VRPPD)*

*Vehicle Routing Problem with Pick-up and Delivering* atau VRPPD adalah sebuah VRP dimana ada peluang kejadian pelanggan mengembalikan barang yang sudah diantarkan. Dalam VRPPD kita perlu memperhatikan bahwa barang yang dikembalikan dapat

dimasukkan ke dalam kendaraan pengantar. Batasan ini membuat perencanaan pengantaran menjadi lebih sulit dan bisa berakibat pada penyalahgunaan kapasitas kendaraan, memperbesar jarak perjalanan atau kendaraan yang diperlukan lebih dari yang seharusnya.

Maka, dalam situasi seperti ini biasanya kita harus memikirkan batasan keadaan dimana semua permintaan pengantaran dimulai dari depot dan semua permintaan pengambilan akan dibawa kembali ke depot, sehingga tidak ada pertukaran barang antar pelanggan. Alternatif lainnya adalah dengan memperbesar batasan bahwa semua pelanggan hanya dikunjungi satu kali. Simplifikasi yang biasa terjadi lainnya adalah dengan memikirkan bahwa tiap kendaraan harus mengantarkan semua barang sebelum mengambil kembali barang dari pelanggan. VRPPD dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Tujuan: Minimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan dengan batasan bahwa kendaraan yang digunakan harus punya kapasitas yang cukup untuk mengantarkan barang ke pelanggan dan pengambilan barang ke depot
- b. Kelayakan: Solusi terbilang layak jika total kuantitas barang yang ditentukan untuk tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melalui rute tersebut dan kendaraannya harus punya kapasitas yang cukup untuk mengambil barang dari pelanggan.
- c. Perhitungan: Biaya untuk satu rute dihitung seperti dalam kasus VRP biasa, dengan batasan tambahan bahwa sebuah rute dianggap ‘layak’ jika dan hanya jika memenuhi syarat ‘layak-antar’, ‘layakambil’, dan ‘layak-isi’. Pertama-tama, misalkan  $p$  adalah vector permintaan pengambilan barang dari pelanggan, maka:
  - Layak-antar: Keadaan seperti ini artinya total kuantitas barang untuk diantarkan untuk satu rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan. Misalkan diberikan rute  $R_i = \{v_0, v_1, \dots, v_{m+1}\}$  dan kendaraan yang ditentukan untuk rute tersebut berkapasitas  $C$ , maka batasannya dapat diekspresikan secara matematis oleh :  $Cd(v_k) \leq C$  dan  $Cd(v_{k+1}) > C$ ; dimana  $Cd(v_k)$  adalah total kuantitas barang yang

diantarkan ke semua pelanggan dalam suatu rute yang dimulai dari  $v_0$  (depot) dan berakhir di  $v_k$ , atau  $Cd(v_k) = \sum v_i CP(l, v_k)$  di (10).  $P(l, v_k)$  melambangkan pelanggan yang dikunjungi sepanjang jalan dari depot sampai  $v_k$ , termasuk pelanggan  $v_k$ .

- Layak-ambil: Keadaan seperti ini memiliki batasan yang memastikan bahwa kendaraan yang digunakan punya kapasitas yang cukup untuk mengambil barang dari pelanggan di rute tersebut.  $Cp(v_k) \leq C$  dan  $Cp(v_{k+1}) > C$ ; dimana  $Cp(v_k)$  adalah total kuantitas barang yang diambil sepanjang jalan menuju dan termasuk 'node'  $v_k$ , atau :  $Cp(v_k) = \sum v_i CP(l, v_k) p_i$  (11).
- Layak-isi: Keadaan ini disebabkan kemungkinan kapasitas dari kendaraan dilanggar pada suatu titik di dalam rute. Pelanggaran itu bisa berdampak pada beberapa pelanggan selanjutnya, Misalkan  $L(v_k)$  menggambarkan jumlah isi dari kendaraan setelah meninggalkan pelanggan  $v_k$ . Andaikan kendaraan meninggalkan depot dengan isi awal  $L(l) \leq C$ . Kemudian isi kendaraan di suatu titik adalah  $L(v_k) = Cp(v_k) + L(l) - Cd(ik)$  (12). Isi kendaraan yang dihitung dengan persamaan (12) dapat melebihi kapasitas kendaraan. Itu berarti rute tersebut menjadi 'tidak layak' karena kendaraan tersebut tidak bisa melakukan layanan pada pelanggan selanjutnya  $v_{k+1}$  di rute tersebut. Kesimpulannya, sebuah rute dianggap layak jika  $L(v_k) \leq C$  dan  $L(v_{k+1}) > C$ .

### E. Split Delivery VRP(SDVRP)

*Split Delivery Vehicle Routing Problem*, atau SDVRP adalah perluasan VRP jika tiap pelanggan dapat dilayani dengan kendaraan yang berbeda andaikan biayanya dapat berkurang. Perluasan ini perlu dilakukan jika jumlah permintaan pelanggan sama besar dengan kapasitas dari kendaraan. SDVRP dijabarkan sebagai berikut:

- a. Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan untuk pelayanan.

- b. Kelayakan: Solusi dianggap layak jika tiap rute memenuhi batasan standar VRP. Solusi dianggap layak jika memenuhi batasan standar VRP ditambah dengan tiap pelanggan bisa dilayani oleh lebih dari satu kendaraan.
- c. Perhitungan: Minimalisasi total biaya untuk semua rute. Cara yang paling mudah untuk mengubah VRP menjadi SDVRP adalah dengan membagi jumlah permintaan pelanggan menjadi sejumlah kecil permintaan.

#### **F. *Periodic VRP***

Dalam *Periodic Vehicle Routing Problem* atau PVRP, VRP digeneralisasi dengan memperluas rentang perencanaan pengiriman menjadi  $M$  hari, dari semula hanya dalam rentang sehari. PVRP dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan untuk melayani tiap pelanggan.
- b. Kelayakan: Solusi dianggap layak jika memenuhi batasan standar VRP. Ditambah dengan keadaan bahwa sebuah kendaraan tidak boleh kembali ke depot pada satu hari yang sama. Dalam  $M$  hari, tiap pelanggan harus dikunjungi minimal sekali.
- c. Perhitungan: Sederhanakan jumlah biaya untuk semua rute. Tiap pelanggan punya permintaan harian yang telah diketahui yang harus dipenuhi dalam satu kali kunjungan dengan hanya satu kendaraan. Jika rentang perencanaan  $M = 1$ , maka PVRP berubah menjadi VRP biasa. Dalam PVRP, tiap pelanggan dikunjungi  $k$  kali dimana  $1 \leq k \leq M$ . Dalam model klasik dari PVRP, jumlah permintaan harian dari suatu pelanggan selalu tetap. PVRP dapat dilihat sebagai masalah pengaturan sekelompok rute untuk tiap hari sehingga batasan-batasan yang ada terpenuhi dan biaya keseluruhan dapat diminimalisasi.

## 2.5 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan atas mekanisme seleksi alami dan evolusi biologis. Algoritma genetika mengkombinasikan antara deretan struktur dengan pertukaran informasi acak ke bentuk algoritma pencarian dengan beberapa perubahan bakat pada manusia. Pada setiap generasi, himpunan baru dari deretan individu dibuat berdasarkan kecocokan pada generasi sebelumnya

Berikut ini beberapa definisi penting dalam Algoritma Genetika yaitu *Genotype* (Gen) yaitu sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen yang dinamakan kromosom. Dalam Algoritma Genetika, gen ini bisa berupa nilai *biner*, *float*, *integer* maupun karakter. *Allele* merupakan nilai dari gen. Kromosom adalah gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu. Individu menyatakan satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.

Populasi merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi. Generasi menyatakan satu-satuan siklus proses evolusi. Sedangkan nilai *Fitness* menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan. Fungsi *Fitness* merupakan alat ukur yang digunakan untuk proses evaluasi kromosom. Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Untuk lebih detailnya lihat Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Istilah dalam Algoritma Genetika

No	Algoritma Genetika	Penjelasan	Definisi
1	Kromosom (string, individual)	Solusi (Pengkodean)	Struktur yang mengkodekan preskripsi yang menspesifikasikan bagaimana organisme dikonstruksikan
2	Gen-gen (bit-bit)	Bagian dari solusi	Bagian dari kromosom yang berupa sejumlah struktur individu
3	<i>Locus</i>	Posisi dari gen	
4	<i>Alleles</i>	Nilai gen	
5	<i>Phenotype</i>	Solusi yang diuraikan	Organisme yang dihasilkan dari sekumpulan kromosom
6	<i>Genotype</i>	Solusi yang disandakan	Sekumpulan kromosom-kromosom yang lengkap

Menurut Sanjoyo (2006) keunggulan dari aplikasi Algoritma Genetika dalam proses optimasi yaitu:

1. Algoritma genetik tidak banyak memerlukan persyaratan matematika dalam penyelesaian proses optimasi
2. Operasi evolusi dari algoritma genetik sangat efektif untuk mengobservasi posisi global secara acak
3. Algoritma genetik mempunyai fleksibilitas untuk diimplementasikan secara efisien pada problematika tertentu.

### 2.5.1 Parameter di dalam Algoritma Genetika

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam Algoritma Genetika, parameter yang digunakan tersebut yaitu (Tanujaya , et al.,2011) :

#### a. Jumlah Generasi

Jumlah generasi merupakan banyaknya perulangan (iterasi) dilakukannya rekombinasi dan seleksi. Jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan ke arah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu *running* yang lama. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak dalam lokal optimal.

#### b. Ukuran Populasi

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektifitas dari GA. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencakup ruang permasalahan, sehingga kinerja Algoritma Genetika akan menjadi buruk. Oleh karena itu dibutuhkan ruang yang lebih besar untuk mempresentasikan keseluruhan ruang permasalahan dan mencegah terjadinya konvergensi pada wilayah lokal.

#### c. Probabilitas *Crossover* ( $P_c$ )

Probabilitas *crossover* digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Semakin besar nilai probabilitas *crossover* akan mengakibatkan populasi tidak dapat lagi meningkatkan nilai fungsi dari obyektifnya. Sebaliknya apabila probabilitas *crossover* kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika. Adapun probabilitas *crossover* yang baik adalah berada dalam *range* 0,65-1.

#### d. Probabilitas Mutasi ( $P_m$ )

Probabilitas mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi. Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba, sebaliknya tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan semakin mirip dengan induknya. Probabilitas mutasi yang baik adalah berada dalam *range* 0,01-0,3.

## 2.5.2 Langkah- Langkah Pengerjaan Algoritma Genetika

Langkah-langkah pengerjaan Algoritma Genetika untuk masalah *Vehicle Routing Problem* adalah sebagai berikut:

### 1. Pengkodean

Pengkodean meliputi pengkodean gen dan kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Gen dan kromosom dapat direpresentasikan dalam bentuk: *string bit*, pohon, *array* bilangan *real*, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan dalam Algoritma Genetik, berikut merupakan contoh representasi dari kromosom Algoritma Genetika (Sri kusumadewi & Hari Purnomo, 2005):

- String bit : 10011, 01101, 11101, dst
- Bilangan real : 65.65, -67.98, 562.88, dst
- Elemen permutasi : E2, E10, E5, dst
- Daftar aturan : R1, R2, R3, dst
- Struktur lainnya.

Menurut Anit Kumar (2013) terdapat beberapa tipe dari skema pengkodean, berdasarkan dari struktur pengkodean dapat dibedakan menjadi *1-dimensional* dan *2-dimensional*. *Binary*, *octal*, *hexadecimal*, *permutation* dan *value encodings* adalah *1-dimensional* sedangkan *tree encoding* merupakan *2-dimensional*.

#### a) *Binary encoding*

Merupakan bentuk pengkodean yang sangat umum. Pada pengkodean ini setiap kromosom direpresentasikan sebagai *binary string*. Pada *binary encoding* ini setiap kromosom adalah sebuah *string* dari *bits*, 0 atau 1. Gambar 2.2 menunjukkan contoh *binary encoding*

Chromosome1	110101110010
Chromosome2	011010011101

Gambar 2.2 *Binary Encoding*b) *Octal Encoding*

Dalam pengkodean ini kromosom direpresentasikan sebagai *octal numbers* (0-7).

Gambar 2.3 menunjukkan contoh dari *octal encoding*

Chromosome1	06254524
Chromosome2	63726425

Gambar 2.3 *Octal Encoding*c) *Hexadecimal Encoding*

Dalam pengkodean ini kromosom direpresentasikan sebagai *hexadecimal numbers* (0-9, A-F). Gambar 2.4 menunjukkan contoh dari *hexadecimal encoding*

Chromosome1	97AE
Chromosome2	A2C6

Gambar 2.4 *Hexadecimal Encoding*d) *Permutation Encoding*

Dalam pengkodean ini kromosom merepresentasikan posisi didalam sebuah rangkaian atau urutan. Dalam *Traveling Salesman Problem*, *string* merepresentasikan urutan dari kota yang dikunjungi oleh *salesman*. Gambar 2.5 menunjukkan contoh dari *permutation encoding*

Chromosome1	1 5 2 3 5 2 6 4 6 9 8
Chromosome2	8 6 3 6 3 9 6 3 1 5 8

Gambar 2.5 *Permutation Encoding*

e) *Value Encoding*

Dalam pengkodean ini setiap kromosom direpresentasikan sebagai *string* dari beberapa nilai (*value*). Nilai bisa berupa bilangan bulat, bilangan *real*, huruf atau objek lainnya.

Gambar 2.6 menunjukkan contoh dari *value encoding*

Chromosome1	1.23, 2.12, 3.14, 0.34, 4.62
Chromosome2	ABDJEIFJDHDDLDFLFEGT

Gambar 2.6 *Value Encoding*

f) *Tree Encoding*

Merupakan pengkodean yang digunakan untuk menyusun program. Dalam pengkodean ini setiap kromosom adalah pohon dari beberapa objek, seperti fungsi atau perintah dari bahasa pemrograman. Gambar 2.7 menunjukkan contoh dari *tree encoding*

Chromosome 1	Chromosome 2
( + x ( / 5 y ) )	( do until step wall )

Gambar 2.7 *Tree Encoding*

## 2. Pembentukan populasi awal

Merupakan proses membangkitkan sejumlah individu secara acak atau melalui prosedur tertentu sehingga dihasilkan populasi awal. Populasi awal yang dibangkitkan terdiri dari sejumlah kromosom yang mempresentasikan solusi yang diinginkan. Jumlah kromosom pada populasi awal dibatasi sejumlah titik yang dikunjungi.

### 3. Fungsi evaluasi

*Fitness* merupakan nilai yang menunjukkan tingkat kesesuaian individu terhadap kriteria yang ingin dicapai. Untuk menghitung nilai *fitness* yaitu menggunakan persamaan (Sundarningsih, et al., 2015):

$$fitness = \frac{1}{(fx)} \quad (2.44)$$

Dimana:

$$fx = \sum(\alpha D_{ij}) + \sum(\alpha P) \quad (2.45)$$

Dengan keterangan:

- $D_{ij}$  adalah jarak tempuh dari titik  $i$  ke titik  $j$
- $P$  merupakan *penalty* apabila customer dilayani diluar jadwal

Untuk waktu tempuh dihitung berdasarkan persamaan (Sundarningsih, et al., 2015):

$$S_z = \frac{r_z}{v} \quad (2.46)$$

Keterangan:

- $r_z$  = jarak titik  $i$  ke titik  $j$
- $v$  = kecepatan kendaraan yang diasumsikan  $\frac{30 \text{ km}}{\text{jam}}$
- $S_z$  = waktu tempuh dari titik  $i$  ke titik  $j$

### 4. Seleksi

Merupakan metode untuk mendapatkan calon induk yang baik. Kriteria yang digunakan pada proses seleksi ini adalah kriteria fungsi *fitness*. Masing-masing rute pada populasi awal dihitung jarak, nilai *fitness*, probabilitas *fitness* dan probabilitas kumulatifnya. Tahap-tahap perhitungan fitnessnya adalah sebagai berikut (Sarwadi & Anjar, 2004):

- a. Mencari jarak tempuh tiap rute ( $z_i$ )
- b. Mencari total jarak dari seluruh rute ( $\sum_{i=1}^N z_i$ )
- c. Mencari nilai *fitness* tiap rute ( $f_i$ )

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_i}{z_i} \quad (2.47)$$

- d. Mencari total *fitness* ( $\sum_{i=1}^N f_i$ )
- e. Mencari probabilitas *fitness* tiap rute ( $p_i$ )

$$p_i = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{f_i} \quad (2.48)$$

f. Mencari probabilitas kumulatif tiap rute( $q_i$ )

$$q_i = \sum_{k=1}^i p_k \quad (2.49)$$

Selanjutnya nilai *fitness* tersebut akan digunakan pada tahap-tahap seleksi selanjutnya. Menurut Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo (2005) ada beberapa metode seleksi yaitu *Rank-Based Fitness Assignment*, *Roulette Wheel Selection*, *Stochastic Universal Sampling*, *Local Selection*, *Truncation Selection* dan *Tournament Selection*.

### 5. Kawin Silang (*Crossover*)

Menurut Putri Yuli, et al (2012) Kawin silang atau *crossover* adalah proses kawin silang yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru (Putri Y.U, et al., 2012). Rute yang terpilih pada proses seleksi beberapa diantaranya (tidak semua rute atau kromosom) akan dipilih untuk dilibatkan dalam proses *crossover*. Pemilihan dilakukan dengan membandingkan bilangan *random r* dengan nilai probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) yang telah ditetapkan sebelumnya. Menurut Shaifali, et al (2014) terdapat beberapa pola atau bentuk dari *crossover*, antara lain:

#### a) *One point crossover*

Dalam *crossover* ini satu titik *crossover* dipilih dari *binary string*. *Bits* yang pertama dicopy dari induk pertama dan sisanya diambil dari induk kedua. Gambar 2.8 berikut merupakan contoh *One point crossover*:

<b>Parent 1:</b>	<b>11001011</b>
<b>Parent 2:</b>	<b>11011111</b>
<b>11001011+11011111 = 11001111</b>	

Gambar 2.8 *One point crossover*

#### b) *Two point crossover*

Dalam *crossover* ini dua titik *crossover* dipilih dari *binary string*. Kromosom pertama untuk titik *crossover* yang pertama di *copy* dari induk satu, titik *crossover* yang kedua dari induk kedua dan sisanya dari induk pertama. Gambar 2.9 berikut merupakan contoh *Two point crossover*:

<b>Parent 1:</b>	<b>11001011</b>
<b>Parent 2:</b>	<b>11011111</b>

$$11001011 + 11011111 = 11011111$$
Gambar 2.9 *Two point crossover*c) *Uniform crossover*

Pada *crossover* ini *bits* dicopy secara *random* dari induk pertama atau induk kedua.

Gambar 2.10 berikut merupakan contoh *Uniform crossover*:

<b>Parent 1:</b>	<b>11001011</b>
<b>Parent 2:</b>	<b>11011101</b>

$$11001011 + 11011101 = 11011111$$
Gambar 2.10 *Uniform crossover*d) *Partially matched crossover (PMX)*

Pada *crossover* ini dua kromosom disejajarkan dan dua titik *crossover* dipilih secara *random*. Titik-titik tersebut memberikan pilihan yang tepat untuk digunakan di operasi penukaran posisi.

Induk 1: 4 8 7 | 3 6 5 | 1 10 9 2

Induk 2: 3 1 4 | 2 7 9 | 10 8 6 5

(3,2), (6,7),(5,9) adalah posisi yang ditukar dari iduk 1 ke 2 dan dari 2 ke 1.

Anak 1: 4 8 6 | 2 7 9 | 1 10 9 2

Anak 2: 2 1 4 | 3 6 5 | 10 8 7 9

e) *Order crossover*

*Crossover* ini mirip dengan PMX, yaitu memilih dua titik *crossover*. Dalam order *crossover* menerapkan *sliding motion* untuk mengisi titik kosong yang tinggal dari pemindahan posisi.

Induk 1: 4 8 7 | 3 6 5 | 1 10 9 2

Induk 2: 3 1 4 | 2 7 9 | 10 8 6 5

Penukaran induk 2 dengan induk 1 menyebabkan titik 3, 6, 5 kosong:

Anak 2: H 1 4 2 7 9 10 8 H H

Sekarang titik kosong digeser:

Anak 2: 2 7 9 H H H 10 8 1 4

Kemudian isikan titik kosong tersebut, sehingga:

Anak 1: 3 6 5 | 2 7 9 | 1 10 4 8

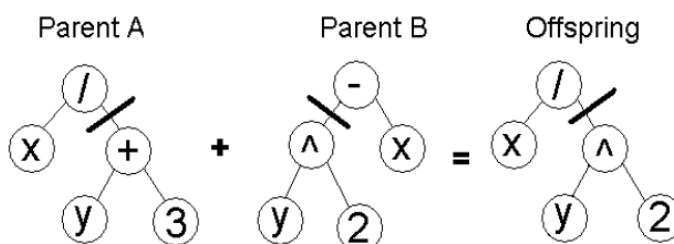
Anak 2: 2 7 9 | 3 6 5 | 10 8 1 4

#### f) *Cycle crossover*

*Crossover* ini berbeda dari 2 *crossover* diatas. *Crossover* ini melakukan rekombinasi di bawah kendala bahwa setiap gen berasal dari induknya atau yang lainnya.

#### g) *Tree crossover*

Dalam *crossover* ini satu titik *crossover* dipilih dari kedua induk dan kemudian induk dibagi kedalam titik bagian dan menukarkan bagian titik *crossover* tersebut untuk menciptakan anakan yang baru. Gambar 2.11 berikut merupakan contoh dari *tree crossover*:



Gambar 2.11 *Tree crossover*

## 6. Mutasi

Mutasi merupakan proses diubahnya salah satu atau beberapa gen dalam satu kromosom. Pemilihan gen dilakukan dengan membandingkan bilangan *random r* dengan nilai probabilitas mutasi ( $p_m$ ) yang telah ditetapkan sebelumnya. Probabilitas mutasi menunjukkan persentase dari jumlah total gen dalam satu populasi yang akan mengalami mutasi.

Cara operasi mutasi yang diterapkan dalam Algoritma Genetika menurut jenis pengkodean terhadap *phenotype*, antara lain (Anita Desiani & M. Arhami, 2006):

a) Mutasi dalam pengkodean biner

Merupakan operasi yang sangat sederhana. Proses yang dilakukan adalah menginversi nilai bit pada posisi tertentu yang dipilih secara acak (atau menggunakan skema tertentu) pada kromosom, yang disebut dengan *inverse bit*. Gambar 2.12 berikut merupakan contoh mutasi dalam pengkodean *biner*:

Kromosom sebelum mutasi	1 0 0 1 0 1 1 1
Kromosom setelah mutasi	1 0 0 1 0 0 1 1

Gambar 2.12 Mutasi dalam pengkodean biner

b) Mutasi dalam pengkodean permutasi

Proses mutasi yang dilakukan dalam pengkodean *biner* dengan mengubah langsung bit-bit pada kromosom tidak dapat dilakukan pada pengkodean permutasi karena konsistensi urutan permutasi harus diperhatikan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memilih dua posisi (*locus*) dari kromosom dan kemudian nilainya saling dipertukarkan. Gambar 2.13 berikut merupakan contoh mutasi dalam pengkodean permutasi:

Kromosom sebelum mutasi	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Kromosom setelah mutasi	1 2 7 4 5 6 3 8 9

Gambar 2.13 Mutasi dalam pengkodean permutasi

Menurut Nitasha dan Tapas (2014) tipe-tipe mutasi yang digunakan dalam pengkodean permutasi yaitu:

- *Insert mutation*

Merupakan mutasi yang dilakukan dengan memilih dua *allele* secara acak lalu memindahkan *allele* kedua untuk mengikuti pertama, kemudian pindahkan sisanya.

- *Inversion mutation*

Untuk melakukan *Inversion*, ambil dua *allele* secara acak dan kemudian membalikkan substring diantara mereka.

- *Scramble Mutation*

Mutasi yang dilakukan dengan mengambil sebuah *subset* gen secara *random* dan kemudian menyusunnya kembali secara *random* gen tersebut ke posisinya.

- *Swap mutation*

Mutasi yang dilakukan dengan memilih dua gen secara acak kemudian menukarkan posisinya.

c) Mutasi dalam pengkodean nilai

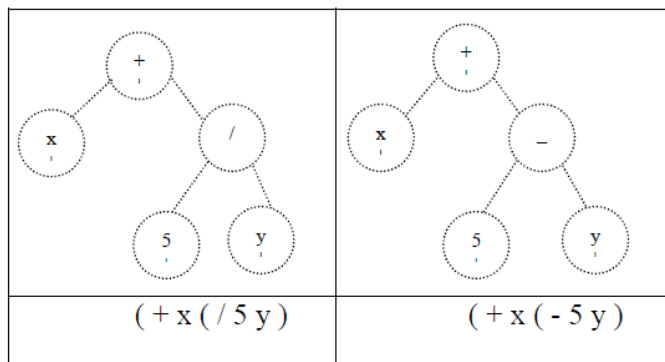
Pengkodean nilai hampir sama dengan pengkodean *biner*, tetapi yang dilakukan bukan menginversi nilai bit, serta penerapannya tergantung pada jenis nilai yang akan digunakan. Sebagai contoh, menambahkan atau mengurangi suatu nilai dengan suatu nilai kecil tertentu yang diambil secara acak. Cara ini berlaku untuk pengkodean dengan bilangan bulat (cara mutasi lain yang relevan juga dapat digunakan). Gambar 2.14 berikut merupakan contoh mutasi dalam pengkodean nilai:

Kromosom sebelum mutasi	1,43 <b>1,09</b> 4,51 <b>9,11</b> 6,94
Kromosom setelah mutasi	1,43 <b>1,19</b> 4,51 <b>9,01</b> 6,94

Gambar 2.14 Mutasi dalam pengkodean nilai

d) Mutasi dalam pengkodean pohon

Metode ini dapat dilakukan dengan cara mengubah operator (+,-,\*,/) atau nilai yang terkandung pada suatu verteks pohon yang dipilih, atau dengan memilih dua *verteks* pohon dan saling menukarkan operator atau nilainya. Gambar 2.15 berikut merupakan contoh mutasi dalam pengkodean pohon:



Gambar 2.15 Mutasi dalam pengkodean pohon

## 2.6 Travelling Salesman Problem

*Travelling salesman problem* (TSP) merupakan suatu permasalahan untuk mendapatkan rute terpendek yang harus melewati semua tujuan dengan setiap tujuan harus dilalui satu kali dari depot sampai kembali ke depot lagi, dengan jarak antara setiap tujuan satu dengan tujuan lainnya sudah diketahui. Sehingga harus meminimalkan pengeluaran biaya, dan jarak yang harus ditempuh untuk perjalanannya tersebut. TSP merupakan permasalahan optimisasi klasik yang melibatkan seorang *salesman* untuk menjual produknya ke beberapa kota yang telah ditentukan

Rangkaian kota yang dikunjungi akan membentuk suatu rute dengan ketentuan setiap kota hanya dapat dikunjungi tepat satu kali dan kembali ke kota awal perjalanan dimulai. Permasalahan ini akan menjadi semakin rumit seiring bertambahnya jumlah kota yang harus dikunjungi. Kemungkinan rute yang semakin bertambah akan menyulitkan di dalam pemilihan rute dengan jarak terpendek. *Travelling Salesman Problem* mempunyai beberapa asumsi-asumsi

1. Terdapat sejumlah  $n$  lokasi / tempat
2. Tersedia jalur dari satu lokasi ke  $n-1$  lokasi lainnya
3. Tersedia ongkos  $c_{ij}$  dari lokasi ke- $i$  ke lokasi ke- $j$  pada jalur  $i - j$
4. Pada umumnya  $c_{ij} = c_{ji}$ , tetapi bisa berbeda

5. Seseorang harus berangkat dari suatu lokasi dan mengunjungi  $n - 1$  lokasi lainnya (masing - masing sekali) dan akhirnya kembali ke lokasi semula
6. Tujuan TSP adalah menjadwalkan rute perjalanan yang meminimalkan ongkos total. Jenis TSP memiliki beberapa variasi, sesuai dengan kendala-kendala yang ditambahkan dalam model. Salah satunya yaitu *m-Travelling Salesman Problem*, yaitu jenis TSP ini menambahkan kendala jumlah salesman, sehingga terdapat sejumlah  $m$  salesman untuk mengunjungi seluruh tujuan

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di perusahaan industri minuman PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk distributor cabang Yogyakarta yang beralamat di Jalan Magelang Km 9 No 10 Sleman, Yogyakarta. Objek penelitiannya adalah kapasitas mobil distribusi serta rute distribusi yang dilakukan oleh distributor cabang yogyakarta PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk tersebut.

#### **3.2 Identifikasi Masalah**

Masalah yang menjadi perhatian utama dalam penelitian ini adalah perusahaan menuntut kepada distributor untuk mampu menciptakan sistem distribusi yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan distribusi serta rute distribusi agar tidak terjadi kelebihan produk dalam kendaraan saat melakukan distribusi serta rute yang dilakukan saat distribusi optimal.

#### **3.3 Perumusan Masalah**

Masalah yang akan dirumuskan dari permasalahan perusahaan adalah mengenai cara menciptakan sistem distribusi yang efektif dan efisien dengan mencari rute distribusi yang optimal serta menghitung jumlah barang yang seharusnya dibawa agar sesuai

dengan kapasitas kendaraan saat melakukan distribusi. Adapun variabel yang dipertimbangkan adalah jarak, waktu tempuh, waktu pelayanan, batasan waktu setiap toko serta kapasitas kendaraan distribusi

### **3.4 Kajian Literatur**

Kajian literatur dalam penelitian ini yaitu mengenai teori yang berhubungan akan kapasitas kendaraan, rute distribusi, *vehicle routing problem* serta pembahasan metode yang digunakan Algoritma Genetika dan peramalan dengan *software* winQSB.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari skripsi atau penelitian sebelumnya serta data-data yang diberikan oleh perusahaan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Data profil perusahaan
- b. Data toko atau *customer*
- c. Data permintaan *customer*
- d. Data Batas Waktu Pengiriman (*Time Windows*) dan Waktu Pelayanan
- e. Data rute awal perusahaan
- f. Data spesifikasi kendaraan
- g. Data jarak dan waktu tempuh

### 3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan untuk mendapatkan rute distribusi yang optimal yaitu dengan cara mengolah data-data yang telah terkumpul seperti jarak depot ke toko serta jarak antar toko yang kemudian diolah menggunakan *software* NLI Generator. Dari *software* tersebut akan didapatkan hasil rute yang optimal dimana hasil tersebut berdasarkan mekanisme seleksi alam dan genetika alami yaitu metode Algoritma Genetika. Proses Algoritma Genetika pada pencarian rute usulan yang optimal dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Pengkodean (*Encoding*)

Teknik *encoding* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *permutation encoding*. Pada *permutation encoding*, kromosom merupakan kumpulan angka yang mewakili posisi dalam sebuah rangkaian dalam hal ini yaitu urutan toko sebagai jalur distribusi. Jadi kromosom akan berbentuk sebagai berikut (1,2,3.....*n*) yang berarti jalur distribusi bergerak dari kota bernomor 1 ke 2 dan seterusnya hingga ke kota *n*. Hal tersebut lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:

Kromosom A	1	5	3	2	6	4	7	9	8
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Gambar 3.1 Kromosom dengan pengkodean permutasi

#### b. Fungsi *Fitness*

Nilai *fitness* adalah nilai yang menyatakan baik tidaknya suatu solusi. Nilai *fitness* dijadikan sebagai acuan dalam mencapai nilai optimal dalam Algoritma Genetika. Dalam kasus ini, rumus *fitness* yaitu:

$$Fitness = \sum(Jarak\ 1\ ke\ 2 + Jarak\ 2\ ke\ 3 + \dots + Jarak\ n\ ke\ 1) \quad (3.1)$$

Untuk *Time windows* apabila terdapat *customer* yang dilayani diluar jadwal, maka persamaan *fitness* akan menjadi:

$$Fitness = \sum(Jarak\ 1\ ke\ 2 + Jarak\ 2\ ke\ 3 + \dots + Jarak\ n\ ke\ 1) + \sum Penalty \quad (3.2)$$

$$P = T_{windows} - (T_{(n-1)} + T_1) \quad (3.3)$$

Keterangan:

- $P$  : *Penalty*
- $T_{windows}$  : Batasan waktu toko (*time windows*)
- $T_{(n-1)}$  : Waktu keberangkatan pada periode sebelumnya
- $T_l$  : waktu tempuh

Jika hasil dari *penalty* adalah positif (+) maka menandakan tidak melewati batasan waktu toko (*time windows*) tetapi jika hasil dari *penalty* adalah negatif (-) maka hal tersebut menandakan melewati batasan waktu toko (*time windows*). Untuk menghitung biaya *penalty* dikarenakan keterlambatan sebagai berikut :

$$\text{Biaya Penalty} = P \times a \quad (3.4)$$

Keterangan :

- $a$  : Kebijakan masing – masing toko untuk memberikan sejumlah *penalty*

### c. *Crossover*

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Partially Mapped Crossover (PMX)*, yang secara acak memilih satu titik potong dan menukarkan bagian kanan dari setiap induk untuk menghasilkan *offspring* (anak). Langkah kerja *Partially Mapped Crossover (PMX)* adalah sebagai berikut:

- 1) Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak.

Misal, dua induk (*parents*) kromosom seperti pada Gambar 3.2 berikut:

<b>P1</b>	2	1	5	4	7	8	9	3	6	10
<b>P2</b>	1	5	4	6	10	2	8	7	3	9

Gambar 3.2 Kromosom induk PMX

- 2) Tukar *substring* diantara induk dan tentukan hubungan mappingnya, Gambar 3.3 berikut merupakan hasil dari keturunannya:

<b>O1</b>	9	1	5	4	10	2	8	7	6	3
<b>O2</b>	1	5	4	6	7	8	9	3	10	2

Gambar 3.3 Kromosom *offspring* PMX

#### d. Mutasi

Teknik mutasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *swapping mutation*, yang merupakan suatu pertukaran dua buah gen dalam satu kromosom dimana gen-gen ditukarkan dengan cara acak. Cara kerja *swapping mutation* sebagai berikut:

- 1) Pilih dua posisi secara *random*
- 2) Menukarkan nilai gen pada dua titik tersebut. Gambar 3.4 berikut merupakan contoh dari teknik *swapping mutation* tersebut:

Kromosom	1	2	3	4	5	6
Kromosom baru	1	3	2	4	5	6

Gambar 3.4 Teknik *swapping mutation*

Untuk menghitung kapasitas kendaraan distribusi yaitu dengan mengolah data permintaan masing-masing *customer* yang dijadikan acuan data historis yang kemudian di lakukan peramalan (*forecasting*) dengan menggunakan *software* winqsb. Adapun langkah peramalannya adalah

##### a. Definisi Peramalan / Analisa Kebutuhan

Peramalan atau *forecast* adalah merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tetap (Gaspersz, 2004)

##### b. Menentukan jenis Peramalan

Ada berapa jenis tipe peramalan yang digunakan. Adapun tipe-tipe dalam peramalan adalah sebagai berikut (Heizer dan Render, 2005):

###### 1. *Times Series Model*

Metode *time series* adalah metode peramalan secara kuantitatif dengan menggunakan waktu sebagai dasar peramalan.

## 2. Causal Model

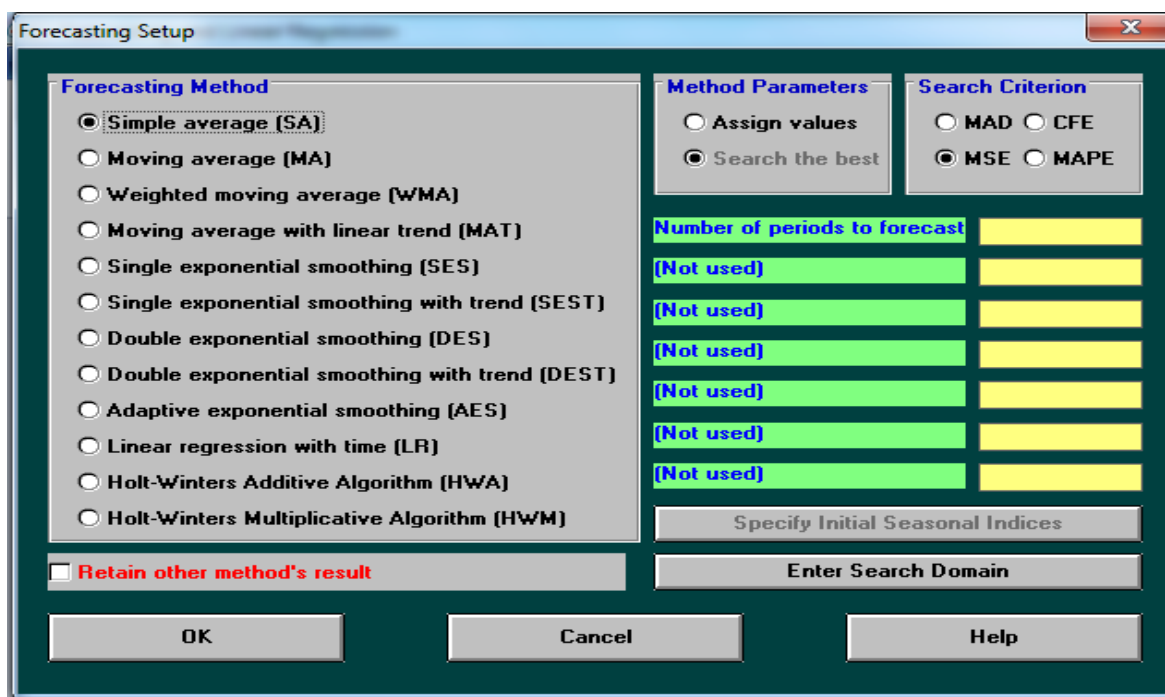
Metode peramalan yang menggunakan hubungan sebab-akibat sebagai asumsi, yaitu bahwa apa yang terjadi di masa lalu akan terulang pada saat ini. Dibagi menjadi Metode regresi dan korelasi, model ekonometri dan model *input output* atau lebih dikenal sebagai sederhana dua berganda

## 3. Judgemental Model

Bila *time series* dan *causal model* bertumpu pada kuantitatif, pada *judgemental* mencakup untuk memasukkan faktor-faktor kuantitatif/subjektif ke dalam metode peramalan. Secara khusus berguna bilamana faktor-faktor subjektif yang diharapkan menjadi sangat penting bilamana data kuantitatif yang akurat sudah diperoleh

## 4. Melakukan peramalan

Dalam penelitian ini digunakan *software* winQSB sehingga menggunakan 12 metode peramalan yaitu *Simple Average (SA)*, *Moving Average (MA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, *Moving Average with Linear Trend (MAT)*, *Single Exponential Smoothing (DES)*, *Single Exponential Smoothing with Trend (SEST)*, *Double Exponential Smoothing (DES)*, *Double Exponential Smoothing With Trend (DEST)*, *Adaptive Exponential Smoothing (AES)*, *Linear Regression with Time (LR)*, *Holt-Winters Additive Algorithm (HWA)*, dan *Holt-Winters Multiplicative Algorithm (HWM)*.



Gambar 3.5 Forecasting setup winQSB

### c. Evaluasi hasil peramalan

*Output* dari pengolahan *software* winQSB tidak begitu saja diterima, tetapi di evaluasi terlebih dahulu bagaimana hasil peramalannya ditinjau dari nilai MSE (*Mean Squared Error*) dan *Tracking Signal*. Nilai MSE terkecil dan memenuhi grafik *tracking signal* merupakan hasil peramalan yang dipilih.

## 3.7 Analisis

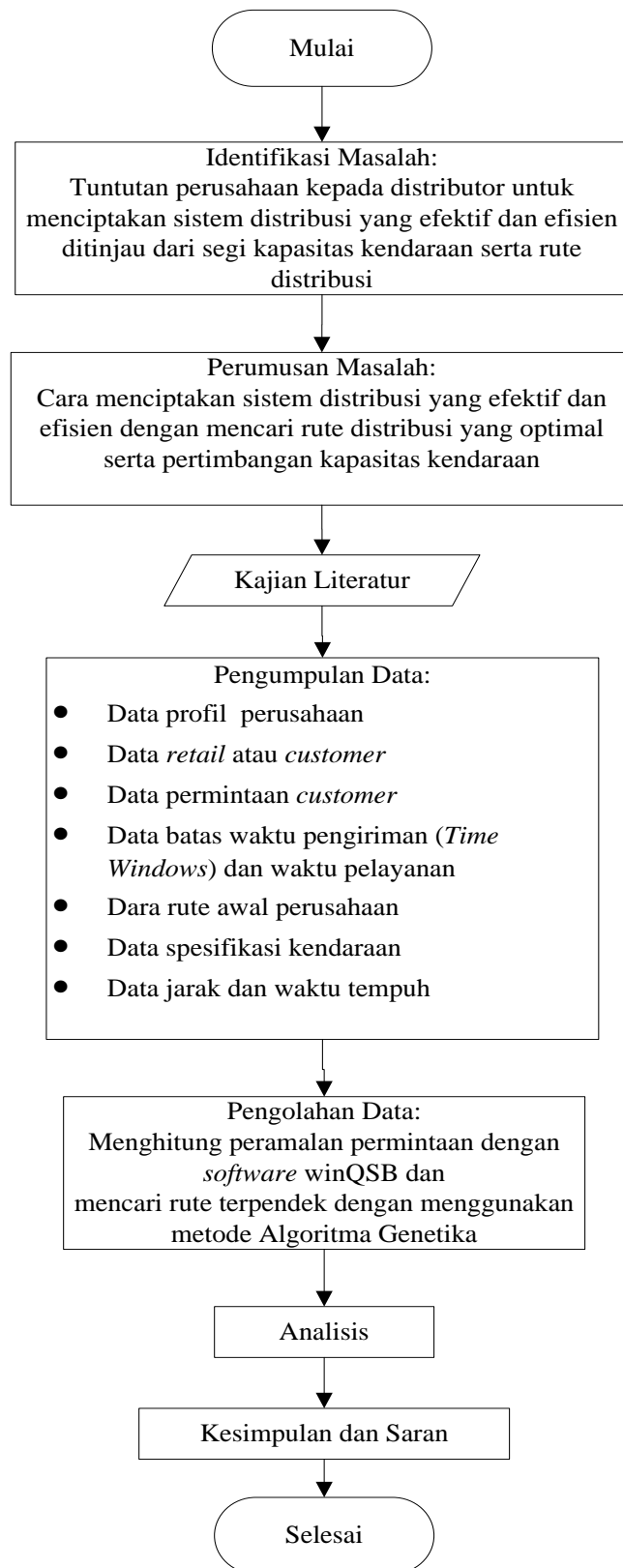
Pada tahap ini dilakukan pembahasan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode-metode yang telah diterangkan diatas, sehingga pada tahap ini akan diperoleh penyelesaian yang ada

## 3.8 Kesimpulan dan Saran

Langkah yang terakhir adalah menarik kesimpulan dari data yang dihasilkan. Kesimpulan merupakan pernyataan singkat, jelas dan tepat tentang apa yang akan diperoleh, sehingga dapat menjawab tujuan dan permasalahan yang ada. Kemudian dari hasil yang telah diperoleh akan diberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

Saran memuat berbagai pendapat atau masukan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis atas penelitian yang telah dilakukan dan juga mengembangkan penelitian yang berkaitan tentang *CVRPTW* agar nantinya penelitian yang dilakukan lebih baik lagi.

### 3.9 Diagram Alir



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Ultrajaya Milk Industry Tbk berdiri pada tahun 1958, dimana awalnya Perusahaan ini merupakan pabrik susu rumahan di Bandung – Jawa Barat. Pada tahun 1971 PT Ultrajaya Milk Industry Tbk melebarkan sayap bisnisnya menjadi PT.Ultrajaya Milk Industry & Trading Company. Tak hanya sebagai pelopor, PT Ultrajaya ini pun masih unggul diantara produsen susu segar alami dan minuman ringan untuk seluruh konsumen Indonesia dengan beberapa varian *brandnya* , antara lain UltraMilk untuk produsen susu segarnya, Teh Kotak untuk minuman teh segarnya.

PT. Ultrajaya memiliki beberapa prinsip sebagai filosofi dan komitmen untuk terus memproduksi produk dan *brand* berkualitas tinggi, prinsip tersebut yaitu:

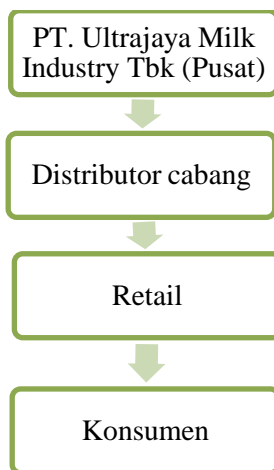
1. Memastikan hanya bahan-bahan dengan kualitas terbaik, yang akan digunakan untuk produksi
2. Memproduksi secara maksimal dengan kapasitas produksi yang besar, mengimbangi besarnya konsumen
3. Memastikan teknologi yang di miliki adalah terbaik yang selalu mendukung untuk mengembangkan dan merancang kualitas seluruh produk
4. Terus memperluas jaringan distribusi ke seluruh pelosok indonesia, untuk konsumen yang setia menikmati produk segar alami

Gambar 4.1 berikut merupakan logo perusahaan PT. Ultrajaya Milk Industry & Trading Company:



Gambar 4.1 Logo PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk

Dalam proses pendistribusiannya, PT Ultrajaya Milk Industry Tbk ini menerapkan bahwa produk yang dihasilkan tidak dapat langsung diterima oleh konsumen tetapi melibatkan seorang distributor terlebih dahulu atau dapat dikatakan bahwa Kantor Pusat yang berada di Bandung memproduksi produk jadi yang kemudian didistribusikan ke distributor cabang yang tersebar di seluruh Indonesia. Kemudian dari distributor cabang tersebut melakukan proses distribusi kepada *retail* atau instansi untuk kebutuhan pekerja maupun individu. Selanjutnya dari *retail* produk baru dapat dikonsumsi oleh konsumen. Untuk lebih detailnya proses distribusi pada perusahaan PT. Ultrajaya dapat digambarkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut :



Gambar 4.2 Diagram Alir Pendistribusian Barang PT.Ultrajaya Milk Industry

#### 4.1.2 Data Retail atau Customers

Distributor PT. Ultrajaya cabang Yogyakarta telah memiliki lebih dari 3000 pelanggan yang harus dilayani. Tiap-tiap pelanggan akan dilayani sesuai jadwal atau periode yang ditetapkan dan oleh *salesman* yang telah ditetapkan. Pada kasus ini, data pelanggan yang digunakan yaitu salah satu *routing* yang dilayani oleh *sales* PT. Ultrajaya cabang Yogyakarta bernama Sumartono. Tabel 4.1 berikut merupakan data toko tersebut:

Tabel 4.1 Data pelanggan dan alamat pelanggan

No	Nama Toko	Alamat
1	Kantin PPLH	Jl. Ringroad Barat 100 Nogotrito Gamping
2	Via Wijaya	Jl. Kabupaten KM 2,5 Ngawen Gamping
3	Chandra	Perum Kwarasan- Gamping Yogya
4	Tony	Jl. Merapi Blok 1/16
5	Renita	Jl, Nusa Indah Tegalrejo
6	Apotek K-24 Godean	Jl. Godean Km 4 No 179 Nogotirto Gamping
7	Bu Endro	Jl. Musi, Kampung Biru Nogotirto Gamping
8	SS (suka-suka)	Jl. Kabupaten No 54 Trihanggo Ngawen
9	Langgeng	Jl. Nogotirto Blok D 10 Nogotirto Elok Gamping
10	Fitri	Kios Barat Pasar Tlegorejo Gamping
11	Warni	Pasar Tlegorejo KLB 44
12	Ratna	Pasar Tlegorejo KLB 43 Banyuraden
13	Sekar Manis	Perum Gading Sari 1 No 1 Gamping
14	Tawang Sari	Jl. Modinan Banyuraden
15	Lares Jaya	Pasar Tlegorejo Banyuraden Gamping
16	Apotik Dina Farma	Jl. Godean Km 4,5 Tlegorejo Gamping
17	Sor Jambu	Jl. Godean Km 5 Modinan
18	Pojok Jawa	Nogotirto Elok II Jl Jawa DI gamping Sleman
19	Toko Tirto Biru	Jl. Kabupaten Km 1,5 Biru Nogotirto Gamping Sleman
20	Warungku Weepe	Jl. Kabupaten Km 3 Mayangan Trihango Sleman

Sumber: Ahad Jabar Saifullah, 2014

#### 4.1.3 Data permintaan *customers*

Data permintaan *customer* ini diambil dari Januari 2014 hingga September 2015. Pengambilan data permintaan tiap-tiap *customer* ini adalah berdasarkan permintaan setiap kunjungan dan satuannya adalah *pack*. Pengambilan data permintaan ini adalah langsung dari perusahaan PT. Ultrajaya Milk Industry, Tbk atau dapat dikatakan bersifat data sekunder. Untuk permintaan tiap-tiap *customer* dapat dilihat di lampiran A.

#### 4.1.4 Data Batas Waktu Pengiriman (*Time Windows*) dan Waktu Pelayanan

Batas waktu pengiriman (*Time Windows*) merupakan batasan waktu dilakukannya pengiriman oleh *salesman* ke setiap toko. *Salesman* harus melakukan pengiriman produk pada waktu tersebut. Setiap toko memiliki batasan waktu yang berbeda-beda. Waktu pelayanan merupakan waktu yang dibutuhkan oleh *salesman* untuk melayani *customer* yaitu dari pencatatan *order*, penurunan barang sampai pembayaran oleh *customer*. Tabel 4.2 berikut merupakan data waktu pelayanan dan *time windows* setiap toko:

Tabel 4.2 Data Waktu pelayanan dan *Time windows*

No	Nama Toko	Waktu Pelayanan (Menit)	Time windows
1	Kantin PPLH	6	08.00-15.00
2	Via Wijaya	8	08.00-16.00
3	Chandra	9	08.00-16.00
4	Tony	10	08.00-16.00
5	Renita	12	08.00-16.00
6	Apotek K-24 Godean	11	08.00-16.00
7	Bu Endro	10	08.00-15.00
8	SS (suka-suka)	9	08.00-16.00
9	Langgeng	7	08.00-16.00

No	Nama Toko	Waktu Pelayanan (Menit)	Time windows
10	Fitri	9	08.00-15.00
11	Warni	9	08.00-16.00
12	Ratna	10	08.00-16.00
13	Sekar Manis	12	08.00-16.00
14	Tawang Sari	11	08.00-16.00
15	Lares Jaya	11	08.00-16.00
16	Apotik Dina Farma	9	08.00-16.00
17	Sor Jambu	11	08.00-14.00
18	Pojok Jawa	8	08.00-16.00
19	Toko Tirto Biru	10	08.00-14.00
20	Warungku Weepe	8	08.00-16.00

Sumber: Ahad Jabar Saifullah, 2014

#### 4.1.5 Data Rute Awal Perusahaan

Rute awal perusahaan dalam melakukan pendistribusian dikategorikan berdasarkan wilayah dan hari pengiriman. Kemudian perusahaan akan membagi rute tersebut kesetiap *salesman*. *Salesman* kemudian akan secara tetap melakukan pengiriman mengikuti daftar toko yang akan dikunjungi dengan hari atau periode yang telah ditentukan tersebut. Tabel 4.3 merupakan data rute awal perusahaan:

Tabel 4.3 Data rute awal perusahaan

Rute Pengiriman Awal Perusahaan
Depot Ultrajaya cabang Yogyakarta – Warungku Weepee – SS (suka suka) – Via Wijaya – Toko Tirto Biru – Tony – Chandra – Renita – Apotik K-24 Godean – Sekar Manis – Apotik Dina Farma – Warni – Ratna – Lares Jaya – Fitri – Tawang Sari – Sor Jambu – kantin PPLH – Pojok Jawa– Langgeng – Bu Endro – Depot Ultrajaya cabang Yogyakarta

Sumber: Ahad Jabar Saifullah, 2014

#### 4.1.6 Data Spesifikasi Kendaraan

Jenis kendaraan yang digunakan dalam melakukan kegiatan pendistribusian PT. Ultrajaya oleh salesman Sumartono yaitu Mobil Box Mitsubishi 100 PS. Spesifikasi mobil box adalah ditunjukkan oleh Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Data spesifikasi mobil

Jenis Kendaraan	Mitsubishi Box 100 PS
Kecepatan rata-rata*	30 km/jam
Kapasitas	14.400 <i>pack</i>
Jenis bahan bakar	Solar
Konsumsi bahan bakar**	1:6

Sumber: Ahad Jabar Saifullah, 2014

\* : kecepatan rata-rata mobil dalam pendistribusian produk

\*\* : konsumsi 1 liter solar dapat menempuh jarak sejauh 6 km

#### 4.1.7 Data Jarak Dan Waktu Tempuh

Untuk menentukan usulan rute baru yang akan dilakukan nantinya, diperlukan matrik jarak. Penentuan jarak (satuan Kilo Meter) dalam penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan *Software Google Maps*. Tabel 4.5 merupakan matrik jarak antara depot dengan toko dan antara toko ke toko lainnya:

Tabel 4.5 Matrik jarak (satuan Kilo Meter)

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	7,1	6,1	8,8	9,1	10,5	10,2	8,3	5,7	8	9,9	9,9	9,9	10,4	9,5	10	10	9,4	8	8,1	5,8
2	7,1	0	1,7	2,5	2,5	3,6	3,3	1,2	1,3	0,9	3	3	3	3,5	2,6	3,1	3,1	2,5	0,8	1,7	1,8
3	6,1	1,7	0	2,2	2,2	3,1	2,8	1,5	0,7	1,6	3,1	3	3	3	4,3	2,9	2,6	4,2	1,6	1,2	0,9
4	8,8	2,5	2,2	0	0,18	1	1,1	1,3	2,7	1,6	1,9	1,8	1,9	1,4	1,8	1,8	1,3	2	1,6	1	2,8
5	9,1	2,5	2,2	0,18	0	1	1,1	1,3	2,7	1,6	1,9	1,8	1,9	1,4	1,8	1,8	1,3	2	1,7	1	2,8
6	10,5	3,6	3,1	1	1	0	0,29	2	3,4	2,3	1,1	1	1	0,5	1	0,9	0,5	1,1	2,4	1,7	3,5
7	10,2	3,3	2,8	1,1	1,1	0,29	0	2	5,5	2,3	0,8	0,7	0,8	0,26	0,7	0,7	0,22	0,8	2,3	1,6	3,5
8	8,3	1,2	1,5	1,3	1,3	2	2	0	2	0,29	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	1,8	2,4	0,36	0,38	2,2
9	5,7	1,3	0,7	2,7	2,7	3,4	5,5	2	0	1,8	4,4	4,3	4,3	4,8	3,9	4,4	4,4	3,8	1,8	1,7	0,5
10	8	0,9	1,6	1,6	1,6	2,3	2,3	0,29	1,8	0	3	3	2,9	2,5	2,6	3	2,1	2,4	0,07	0,7	2,3
11	9,9	3	3,1	1,9	1,9	1,1	0,8	2,3	4,4	3	0	0,06	0,06	1	0,42	0,13	0,6	0,6	3,2	1,9	6,9
12	9,9	3	3	1,8	1,8	1	0,7	2,2	4,3	3	0,06	0	0,02	0,9	0,38	0,07	0,5	0,5	3,2	1,8	3,7
13	9,9	3	3	1,9	1,9	1	0,8	2,2	4,3	2,9	0,06	0,02	0	0,9	0,36	0,09	0,5	0,49	3,1	1,8	6,8
14	10,4	3,5	3	1,4	1,4	0,5	0,26	2,2	4,8	2,5	1	0,9	0,9	0	0,9	0,8	0,4	1	2,5	1,8	3,6
15	9,5	2,6	4,3	1,8	1,8	1	0,7	2,2	3,9	2,6	0,42	0,38	0,36	0,9	0	0,46	0,5	0,13	2,8	1,8	6,5
16	10	3,1	2,9	1,8	1,8	0,9	0,7	2,1	4,4	3	0,13	0,07	0,09	0,8	0,46	0	0,44	0,6	3,2	1,7	3,6
17	10	3,1	2,6	1,3	1,3	0,5	0,22	1,8	4,4	2,1	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,44	0	0,6	2,1	1,4	3,2
18	9,4	2,5	4,2	2	2	1,1	0,8	2,4	3,8	2,4	0,6	0,5	0,49	1	0,13	0,6	0,6	0	2,6	1,9	6,3

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>19</b>	8	0,8	1,6	1,6	1,7	2,4	2,3	0,36	1,8	0,07	3,2	3,2	3,1	2,5	2,8	3,2	2,1	2,6	0	0,7	2,3
<b>20</b>	8,1	1,7	1,2	1	1	1,7	1,6	0,38	1,7	0,7	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,4	1,9	0,7	0	1,9
<b>21</b>	5,8	1,8	0,9	2,8	2,8	3,5	3,5	2,2	0,5	2,3	6,9	3,7	6,8	3,6	6,5	3,6	3,2	6,3	2,3	1,9	0

Sumber: Ahad Jabar Saifullah, 2014

Untuk mengetahui apakah kendaraan melebihi batasan waktu (*time windows*) atau tidak maka dibutuhkan matrik waktu tempuh antara depot dengan toko dan antara toko ke toko lainnya. Sedangkan waktu tempuh (satuan Menit) didapatkan dengan membagi jarak tempuh dengan rata-rata kecepatan kendaraan. Tabel 4.6 merupakan matrik waktu tempuh antara depot dengan toko dan antara toko ke toko lainnya :

Tabel 4.6 Matrik waktu tempuh (Satuan Menit)

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	14	12	18	18	21	20	16,6	11	16	19,8	19,8	19,8	20,8	19	20	20	19	16	16,2	12
2	14	0	3,4	5	5	7,2	6,6	2,4	2,6	1,8	6	6	6	7	5,2	6,2	6,2	5	1,6	3,4	3,6
3	12	3,4	0	4,4	4,4	6,2	5,6	3	1,4	3,2	6,2	6	6	6	8,6	5,8	5,2	8,4	3,2	2,4	1,8
4	18	5	4,4	0	0,4	2	2,2	2,6	5,4	3,2	3,8	3,6	3,8	2,8	3,6	3,6	2,6	4	3,2	2	5,6
5	18	5	4,4	0,4	0	2	2,2	2,6	5,4	3,2	3,8	3,6	3,8	2,8	3,6	3,6	2,6	4	3,4	2	5,6
6	21	7,2	6,2	2	2	0	0,6	4	6,8	4,6	2,2	2	2	1	2	1,8	1	2,2	4,8	3,4	7
7	20	6,6	5,6	2,2	2,2	0,6	0	4	11	4,6	1,6	1,4	1,6	0,52	1,4	1,4	0,44	1,6	4,6	3,2	7
8	17	2,4	3	2,6	2,6	4	4	0	4	0,57	4,6	4,4	4,4	4,4	4,4	4,2	3,6	4,8	0,71	0,76	4,4
9	11	2,6	1,4	5,4	5,4	6,8	11	4	0	3,6	8,8	8,6	8,6	9,6	7,8	8,8	8,8	7,6	3,6	3,4	1
10	16	1,8	3,2	3,2	3,2	4,6	4,6	0,57	3,6	0	6	6	5,8	5	5,2	6	4,2	4,8	0,14	1,4	4,6
11	20	6	6,2	3,8	3,8	2,2	1,6	4,6	8,8	6	0	0,13	0,12	2	0,84	0,26	1,2	1,2	6,4	3,8	14
12	20	6	6	3,6	3,6	2	1,4	4,4	8,6	6	0,13	0	0,05	1,8	0,77	0,13	1	1	6,4	3,6	7,4
13	20	6	6	3,8	3,8	2	1,6	4,4	8,6	5,8	0,12	0,05	0	1,8	0,72	0,18	1	1	6,2	3,6	14
14	21	7	6	2,8	2,8	1	0,5	4,4	9,6	5	2	1,8	1,8	0	1,8	1,6	0,79	2	5	3,6	7,2
15	19	5,2	8,6	3,6	3,6	2	1,4	4,4	7,8	5,2	0,84	0,77	0,72	1,8	0	0,91	1	0,3	5,6	3,6	13
16	20	6,2	5,8	3,6	3,6	1,8	1,4	4,2	8,8	6	0,26	0,13	0,18	1,6	0,91	0	0,88	1,2	6,4	3,4	7,2
17	20	6,2	5,2	2,6	2,6	1	0,4	3,6	8,8	4,2	1,2	1	1	0,79	1	0,88	0	1,2	4,2	2,8	6,4
18	19	5	8,4	4	4	2,2	1,6	4,8	7,6	4,8	1,2	1	0,98	2	0,26	1,2	1,2	0	5,2	3,8	13

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>19</b>	16	1,6	3,2	3,2	3,4	4,8	4,6	0,71	3,6	0,14	6,4	6,4	6,2	5	5,6	6,4	4,2	5,2	0	1,4	4,6
<b>20</b>	16	3,4	2,4	2	2	3,4	3,2	0,76	3,4	1,4	3,8	3,6	3,6	3,6	3,6	3,4	2,8	3,8	1,4	0	3,8
<b>21</b>	12	3,6	1,8	5,6	5,6	7	7	4,4	1	4,6	13,8	7,4	13,6	7,2	13	7,2	6,4	13	4,6	3,8	0

Sumber: Ahad Jabar Saifullah, 2014

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Data Permintaan

Data permintaan historis diambil dari periode Januari 2014 hingga September 2015, sedangkan data-data tersebut menjadi acuan sebagai peramalan di periode selanjutnya. Pengolahan data permintaan menggunakan *Software WinQSB*, dimana peramalan terhadap data pengiriman tersebut dilakukan terhadap 20 toko yang didistribusikan oleh salesman Sumartono. Data permintaan diramalkan menggunakan beberapa metode dengan melihat nilai Mean Squared Error (MSE) yang terkecil serta apakah data tersebut masuk dalam range +4 dan -4 pada *tracking signal*. Tabel 4.7 berikut ini adalah hasil peramalan dari *family product* UltraMilk serta Teh Kotak terhadap nilai MSE dari masing – masing *customer* :

Tabel 4.7 Rekapitulasi nilai MSE UltraMilk

No	Nama Toko	Nilai MSE											
		SA	MA	WMA	MAT	SES	SEST	DES	DEST	AES	LR	HWA	HWM
1	Kantin PPLH	849,3	1895,1	1895,1	1895,1	848,5	848,5	837,0	853,4	935,2	737,1	848,4	848,4
2	Via Wijaya	1144,7	2358,5	2358,5	2358,5	1088,0	978,3	1048,6	1059,7	1446,5	907,0	978,3	978,3
3	Chandra	850,2	1114,5	1114,5	1114,5	877,5	877,5	869,9	948,3	11346,4	669,1	877,5	876,4
4	Tony	697,2	995,1	995,1	995,1	727,6	723,1	748,5	731,6	2710,2	553,1	723,0	722,6
5	Renita	2164,6	2747,3	2747,3	2747,3	1589,3	1589,3	1564,3	1616,1	1961,2	1226,7	1589,3	1571,7
6	Apotik K-24 Godean	216,2	468,0	468,0	468,0	195,9	183,9	191,0	195,1	201,6	163,1	183,9	183,9
7	Bu Endro	225,4	442,1	442,1	442,1	235,6	235,6	225,3	244,3	619,6	158,0	235,6	235,6
8	SS (Suka-suka)	1515,9	2900,3	2900,3	2900,3	1356,0	1356,0	1293,8	1391,4	1789,7	1175,4	1356,0	1356,0
9	Langgeng	694,0	1429,2	1429,2	1429,2	666,2	621,2	640,7	678,7	969,6	584,0	621,2	621,2
10	Fitri	1080,2	1712,0	1712,0	1712,0	1237,7	1237,7	1233,3	1299,7	5231,7	892,7	1237,7	1233,7
11	Warni	2230,7	4066,7	4066,7	4066,7	2549,5	2549,5	2575,0	2607,2	5174,0	2019,6	2549,4	2549,4
12	Ratna	4535,8	8914,7	8914,7	8914,7	4471,8	4265,2	4351,6	4278,2	16935,1	3233,5	4264,4	16935,1
13	Sekar Manis	3735,0	8064,0	8064,0	8064,0	3655,5	3463,3	3513,6	3581,1	7580,3	3103,1	3463,3	3462,6
14	Tawang sari	3402,1	7083,2	7083,2	7083,2	3090,1	2734,9	2897,0	3077,8	3239,3	2261,2	2734,9	2734,9
15	Lares jaya	48886,5	63485,8	63485,8	63485,8	51024,3	51024,3	52133,9	54784,2	139409,7	33576,7	51023,5	51023,5
16	Apotik Dina Farma	121,1	193,4	193,4	193,4	98,0	98,0	98,2	98,2	98,7	86,7	98,0	98,0
17	Sor Jambu	707,4	1422,8	1422,8	1422,8	735,3	731,7	728,0	732,2	1279,1	597,7	731,6	731,7

No	Nama Toko	Nilai MSE											
		SA	MA	WMA	MAT	SES	SEST	DES	DEST	AES	LR	HWA	HWM
18	Pojok Jawa	1607,9	3289,9	3289,9	3289,9	1523,5	1377,3	1494,4	1499,6	1765,8	1198,0	1377,3	1377,3
19	Toko Tirto Biru	16880,1	35346,9	35346,9	35346,9	17235,9	17114,2	16994,5	17128,6	37309,3	14286,8	17113,1	17114,2
20	Warungku Weepe	897,3	1570,3	1570,3	1570,3	940,0	907,0	924,5	932,3	1112,2	790,7	907,0	907,0

Tabel 4.8 Rekapitulasi nilai MSE Teh Kotak

No	Nama Toko	Nilai MSE											
		SA	MA	WMA	MAT	SES	SEST	DES	DEST	AES	LR	HWA	HWM
1	Kantin PPLH	298,2	682,8	682,8	682,8	276,9	276,9	276,9	276,9	276,9	254,8	276,9	276,9
2	Via Wijaya	138,5	226,3	226,3	226,3	137,7	134,5	136,1	134,5	462,9	104,8	134,5	462,9
3	Chandra	1657,1	3049,7	3049,7	3049,7	1811,7	1811,7	1787,4	1839,8	3440,9	1507,6	1811,4	3440,9
4	Tony	592,2	1252,8	1252,8	1252,8	625,9	622,0	603,4	624,4	1584,0	466,5	621,9	619,9
5	Renita	503,7	1120,0	1120,0	1120,0	535,7	534,8	527,2	535,1	704,0	441,8	534,8	534,4
6	Apotik K-24 Godean	213,3	230,4	230,4	230,4	201,3	200,6	201,0	201,5	201,6	179,9	200,6	200,6
7	Bu Endro	41,0	92,6	92,6	92,6	45,0	44,7	43,7	44,7	77,1	33,5	44,7	44,6
8	SS (Suka-suka)	341,4	790,3	790,3	790,3	384,6	384,6	375,0	389,2	977,1	310,2	384,6	384,1
9	Langgeng	249,1	567,5	567,5	567,5	216,0	216,0	216,0	216,0	216,0	208,3	216,0	216,0
10	Fitri	1042,9	1550,3	1550,3	1550,3	1034,6	1034,6	1054,3	1038,8	1038,8	863,7	1034,6	1034,6
11	Warni	711,5	953,9	953,9	953,9	579,4	574,3	567,1	580,6	681,5	473,9	574,3	567,6
12	Ratna	351,3	458,7	458,7	458,7	331,1	330,9	331,6	331,2	361,1	299,6	330,9	330,9
13	Sekar Manis	819,4	1445,7	1445,7	1445,7	908,1	908,1	913,0	941,8	4108,0	725,9	908,1	908,1
14	Tawang sari	627,3	1500,0	1500,0	1500,0	582,0	580,1	580,6	582,0	582,0	536,4	580,1	580,1
15	Lares jaya	33423,3	71116,1	71116,1	71116,1	30989,8	30989,8	30989,8	30989,8	30989,8	28990,7	30989,8	30989,8
16	Apotik Dina Farma	264,3	573,8	573,8	573,8	244,3	244,3	244,3	244,3	244,3	236,1	244,3	244,3
17	Sor Jambu	309,0	646,2	646,2	646,2	283,4	281,8	278,6	283,0	295,0	259,3	281,8	281,8

No	Nama Toko	Nilai MSE											
		SA	MA	WMA	MAT	SES	SEST	DES	DEST	AES	LR	HWA	HWM
18	Pojok Jawa	349,7	768,0	768,0	768,0	368,7	368,6	359,0	369,5	469,3	307,9	368,6	469,3
19	Toko Tirto Biru	1288,0	2299,7	2299,7	2299,7	1130,6	1074,2	1081,4	1107,8	1586,6	918,6	1074,2	1070,5
20	Warungku Weepe	308,0	602,8	602,8	602,8	302,9	283,4	289,8	292,1	579,4	234,4	283,4	579,4

Berdasarkan nilai MSE yang dihasilkan dari beberapa metode peralaman tersebut maka dilakukan pemilihan terhadap nilai MSE yang terkecil. Nilai yang dipilih berdasarkan MSE terkecil menjadi acuan untuk perusahaan pada kunjungan selanjutnya dalam melakukan distribusi. Adapun hasil *forecasting*nya adalah pada Tabel 4.9 berikut ini :

Tabel 4.9 Rekapitulasi *forecasting* Ultramilk (1)

# Kunjungan	Nama <i>Customers</i>									
	Kantin PPLH	Via Wijaya	Chandra	Tony	Renita	Apotek k-24 godean	Bu endro	Suka-suka	Langgeng	Fitri
1	34	87	50	40	140	14	18	99	63	39
2	34	88	50	39	142	14	18	100	64	39
3	34	89	50	39	145	13	18	100	64	39
4	34	90	49	38	147	13	18	101	64	39
5	33	91	49	37	149	12	18	102	64	39
6	33	92	49	37	152	12	18	103	65	39
7	33	93	48	36	154	11	18	104	65	39
8	33	94	48	35	156	11	18	104	65	39
9	33	95	48	34	159	11	18	105	65	39
10	33	96	47	34	161	10	18	106	66	39
11	32	97	47	33	164	10	18	107	66	39
12	32	98	46	32	166	9	18	108	66	39

Tabel 4.10 Rekapitulasi *forecasting* Ultramilk (2)

#	Nama Customers									
Kunjungan	Warni	Ratna	Sekar manis	Tawang sari	Lares jaya	Apotek dina farma	Sor jambu	pojok jawa	toko tirta biru	warungku weepe
1	76	162	73	124	472	37	53	74	267	32
2	76	164	73	127	481	37	53	76	270	32
3	77	166	72	131	490	37	53	78	273	32
4	77	168	71	135	499	37	54	80	275	33
5	77	171	70	139	509	37	54	82	278	33
6	77	173	69	142	518	37	54	84	281	33
7	77	175	68	146	527	36	54	86	283	33
8	77	177	67	150	536	36	54	88	286	34
9	77	180	66	154	545	36	54	90	289	34
10	78	182	66	157	554	36	55	92	291	34
11	78	184	65	161	563	36	55	94	294	34
12	78	186	64	165	572	35	55	96	297	34

Tabel 4.11 Rekapitulasi *forecasting* Teh kotak (1)

# Kunjungan	Nama customers									
	Kantin PPLH	Via Wijaya	Chandra	Tony	Renita	Apotek k-24 godean	Bu endro	Suka-suka	Langgeng	Fitri
1	28	26	46	36	34	22	4	21	22	50
2	29	26	46	35	34	22	4	21	22	51
3	29	26	46	35	34	22	4	21	22	52
4	30	27	46	35	34	22	4	21	21	53
5	30	27	46	35	34	22	4	21	21	54
6	30	27	46	35	34	22	3	21	21	55
7	31	28	46	34	35	22	3	21	21	56
8	31	28	47	34	35	22	3	21	21	56
9	31	28	47	34	35	22	3	21	21	57
10	32	29	47	34	35	22	3	21	21	58
11	32	29	47	34	35	23	3	21	21	59
12	33	30	47	34	35	23	3	21	21	60

Tabel 4.12 Rekapitulasi *forecasting* Teh kotak (2)

# kunjungan	Nama customers									
	Warni	Ratna	Sekar manis	Tawang sari	Lares jaya	Apotek dina farma	Sor jambu	Pojok jawa	Toko Tirta biru	Warungku Weepe
1	68	40	32	33	230	20	16	14	120	27
2	69	39	31	34	231	20	16	15	121	28
3	70	39	31	34	232	21	16	15	122	29
4	71	39	31	35	234	21	16	15	124	29
5	72	39	31	35	235	21	16	15	125	30
6	73	39	31	36	236	21	16	16	126	31
7	74	39	30	36	237	21	15	16	127	31
8	75	39	30	37	238	21	15	16	129	32
9	76	39	30	37	240	21	15	16	130	33
10	77	39	30	38	241	21	15	17	131	33
11	79	39	30	38	242	21	15	17	133	34
12	80	39	29	38	243	21	15	17	134	35

Dari hasil rekapitulasi permintaan diatas baik *family product* UltraMilk maupun Teh Kotak kemudian di *breakdown* kembali karena *family product* UltraMilk memiliki masing-masing *volume* yaitu Ultramilk 125 ml, Ultramilk 200 ml, Ultramilk 250 ml dan Ultramilk 1000ml, sedangkan untuk *family product* teh kotak hanya memiliki *volume* 300 ml. Adapun hasil *breakdown* dari *forecasting* tersebut dapat dilihat pada lampiran B. Dari perhitungan yang telah dilakukan bahwa di dapat total keseluruhan dari hasil permintaan untuk 12 kunjungan selanjutnya, adapun totalnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Total Permintaan hasil *forecasting*

Kunjungan	Total (pack)
1	2845
2	2873
3	2901
4	2929
5	2957
6	2985
7	3012
8	3040
9	3068
10	3096
11	3124
12	3152

Dilihat dari hasil diatas maka dapat disimpulkan bahwa total permintaan hasil *forecasting* untuk kedua *Family Product* yaitu Ultramilk dan Teh Kotak masih memenuhi dengan kapasitas mobil yang memiliki kapasitas maksimum 14.400 pack.

#### 4.2.2 Algoritma Genetika

Pengolahan data dengan metode Algoritma Genetika pada dasarnya akan melalui tahapan yang sama seperti pada umumnya yaitu melalui pembentukan populasi awal, seleksi, *crossover* dan mutasi. Pada penelitian ini pengolahan data melalui tahapan - tahapan tersebut akan dibantu dengan menggunakan *software* NLI *Generator*. Sebelum

melakukan pengolahan data menggunakan *software NLI generator* untuk mendapatkan rute yang optimal maka perlu dilakukannya inisialisasi *kromosom* dan menemukan fungsi *fitness* pada *routing* yang diteliti. Seperti pada Gambar 4.3 berikut ini :

Kromosom	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		Fitness
Jarak (KM)		7,1	1,7	2,2	0,2	1	0,29	2	2	1,8	3	0,063	0,023	0,9	0,9	0,457	0,442	0,6	2,6	0,7	1,9	6	35,655

Gambar 4.3 Inisialisasi *kromosom* dan *fitness*

Pada gambar diatas yang dimaksud dengan kromosom adalah sejumlah banyak toko yang dikunjungi oleh *salesman* Sumartono yaitu sebanyak 20 toko dengan 1 depot. Sedangkan yang dimaksud *fitness* adalah total jarak yang ditempuh dalam melakukan 1 *routing* yaitu sejauh 35,655 KM. Setelah melakukan proses inisialisasi *kromosom* dan fungsi *routing* maka langkah selanjutnya mengolah data dengan metode Algoritma Genetika menggunakan bantuan *software NLI generator*. Tabel 4.14 berikut merupakan parameter - parameter yang digunakan dalam pengolahan data Algoritma Genetika menggunakan *software NLI generator* :

Tabel 4.14 Parameter yang digunakan pada metode Algoritma Genetika

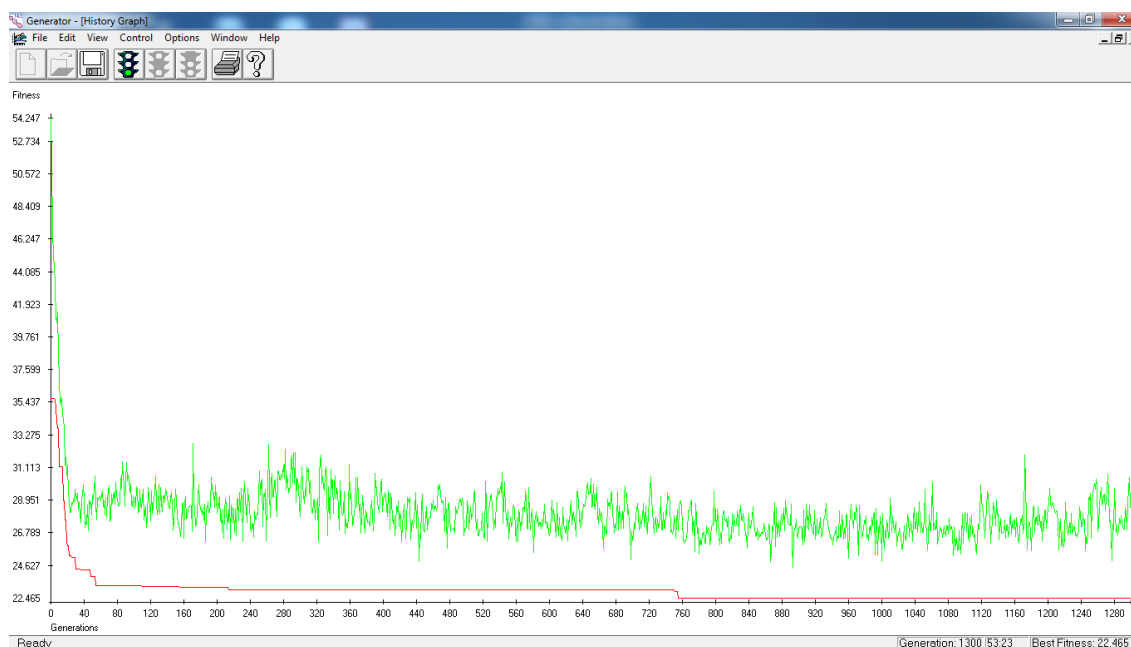
Parameter	<i>Routing</i>
Jumlah Generasi	1300 generasi
Ukuran Populasi	20-90 populasi
Probabilitas Mutasi	10-30%

Dalam pengolahannya dilakukan proses *trial and error* dengan mencoba angka populasi dengan rentang 20 hingga 90 serta *mutation probability* dengan rentang 10% hingga 30% , adapun hasilnya adalah seperti pada Tabel 4.15 berikut :

Tabel 4.15 Hasil pengolahan Algoritma Genetika

No	Populasi	Mutation probability		
		10%	20%	30%
1	20	22,465	22,465	23,377
2	30	22,465	22,465	22,586
3	40	22,565	22,544	22,786
4	50	22,795	22,465	23,014
5	60	22,465	23,005	22,59
6	70	22,586	22,465	22,786
7	80	22,786	22,975	22,844
8	90	22,544	22,507	22,544

Dalam hasil tersebut terlihat bahwa populasi yang terlalu besar akan menyebabkan hasil yang tidak optimal dikarenakan terlalu besar dalam mempresentasikan keseluruhan ruang permasalahan atau dapat dikatakan jika populasi terlalu besar menimbulkan potensi terjadinya konvergensi pada wilayah lokal. Berdasarkan hasil pengolahan diatas bahwa *best fitness* yang di dapat adalah 22,465 KM. Adapun grafik hasil dari pengolahan metode Algoritma Genetika adalah seperti pada Gambar 4.4 berikut ini :



Gambar 4.4 Grafik hasil pengolahan metode Algoritma Genetika

Grafik di atas merupakan grafik hasil pengolahan data yang menampilkan nilai *fitness* dari setiap generasi. Grafik tersebut terdiri dari 2 warna. Grafik merah menunjukkan nilai *fitness* terbaik (*best fitness*), grafik hijau menunjukkan nilai *fitness* rata-rata (*median fitness*).

#### **4.2.3 Rute Usulan dengan Batasan Waktu (*Time Windows*)**

Rute usulan adalah berdasarkan hasil pengolahan metode Algoritma Genetika yang kemudian akan dihitung waktu keberangkatan dan kedatangan kendaraan ke setiap toko berdasarkan jarak dan waktu tempuh yang telah ada. Berdasarkan hal tersebut kemudian akan dilihat apakah waktu kedatangan ke setiap toko masih berada dalam batasan waktu setiap toko atau tidak. Tabel 4.16 ini merupakan hasil perhitungan tersebut :

Tabel 4.16 Hasil rute usulan dengan batasan waktu

Rute	Jarak (KM)	Waktu Tempuh (Menit)	Waktu Pelayanan (Menit)	Batas Waktu	Waktu Kedatangan kendaraan	Waktu Keberangkatan Kendaraan
1						8:00:00
3	6,1	0:12:00	0:08:00	08.00-16.00	8:12:00	8:20:00
20	1,2	0:02:40	0:10:00	08.00-14.00	8:22:40	8:32:40
16	1,7	0:03:40	0:11:00	08.00-16.00	8:36:20	8:47:20
12	0,067	0:00:13	0:09:00	08.00-16.00	8:47:33	8:56:33
11	0,063	0:00:13	0:09:00	08.00-15.00	8:56:46	9:05:46
13	0,062	0:00:12	0:10:00	08.00-16.00	9:05:58	9:15:58
15	0,36	0:01:12	0:11:00	08.00-16.00	9:17:10	9:28:10
18	0,13	0:00:30	0:11:00	08.00-14.00	9:28:40	9:39:40
17	0,6	0:01:20	0:09:00	08.00-16.00	9:41:00	9:50:00
14	0,397	0:01:19	0:12:00	08.00-16.00	9:51:19	10:03:19
7	0,26	0:00:50	0:11:00	08.00-16.00	10:04:09	10:15:09
6	0,29	0:01:00	0:12:00	08.00-16.00	10:16:09	10:28:09
4	1	0:02:00	0:09:00	08.00-16.00	10:30:09	10:39:09
5	0,18	0:00:40	0:10:00	08.00-16.00	10:39:49	10:49:49
8	1,30	0:03:00	0:10:00	08.00-15.00	10:52:49	11:02:49
10	0,286	0:00:57	0:07:00	08.00-16.00	11:03:46	11:10:46

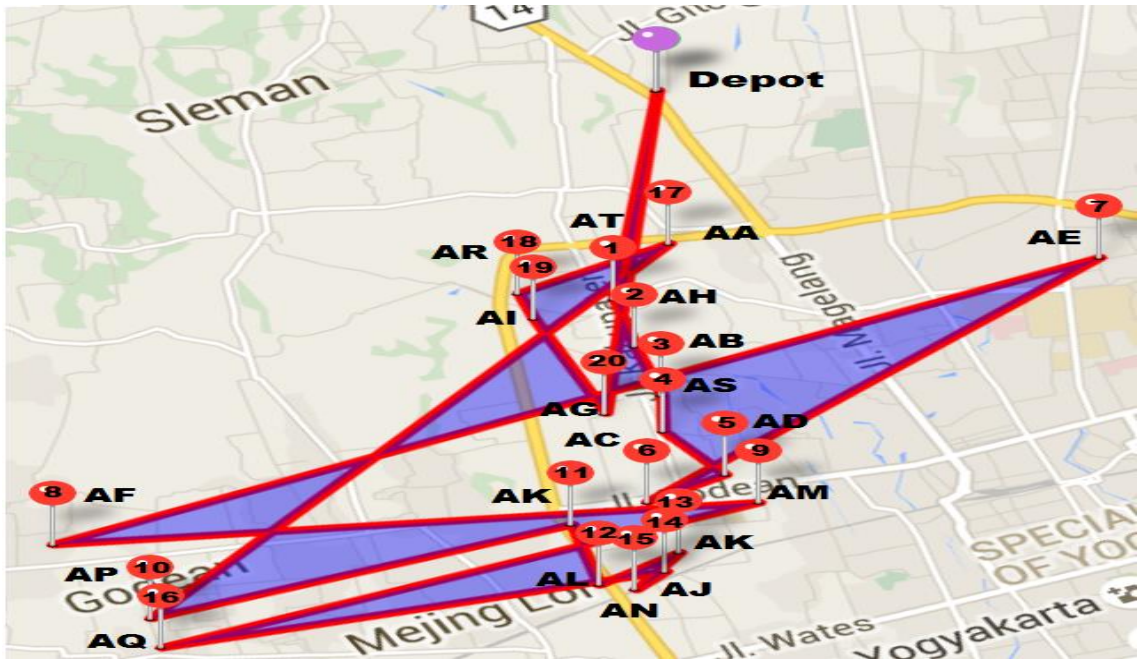
Rute	Jarak (KM)	Waktu Tempuh (Menit)	Waktu Pelayanan (Menit)	Batas Waktu	Waktu Kedatangan kendaraan	Waktu Keberangkatan Kendaraan
19	0,07	0:00:14	0:08:00	08.00-16.00	11:11:00	11:19:00
2	0,8	0:02:00	0:06:00	08.00-15.00	11:21:00	11:27:00
9	1,3	0:03:00	0:09:00	08.00-16.00	11:30:00	11:39:00
21	0,5	0:01:00	0:08:00	08.00-16.00	11:40:00	11:48:00
1	5,8	0:12:00	-	-	12:00:00	
Total	22,465	0:50:00	3:10:00			

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa semua waktu kedatangan kendaraan di setiap toko masih berada pada batasan waktu setiap toko tersebut. Adapun total waktu tempuh 1 *routing* yang dilakukan oleh *salesman* Sumartono adalah selama 50 menit dan total waktu pelayanan yang dilakukan oleh *salesman* Sumartono adalah selama 3 jam 10 menit. Secara keseluruhan perbedaan rute awalan terhadap rute usulan dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut :

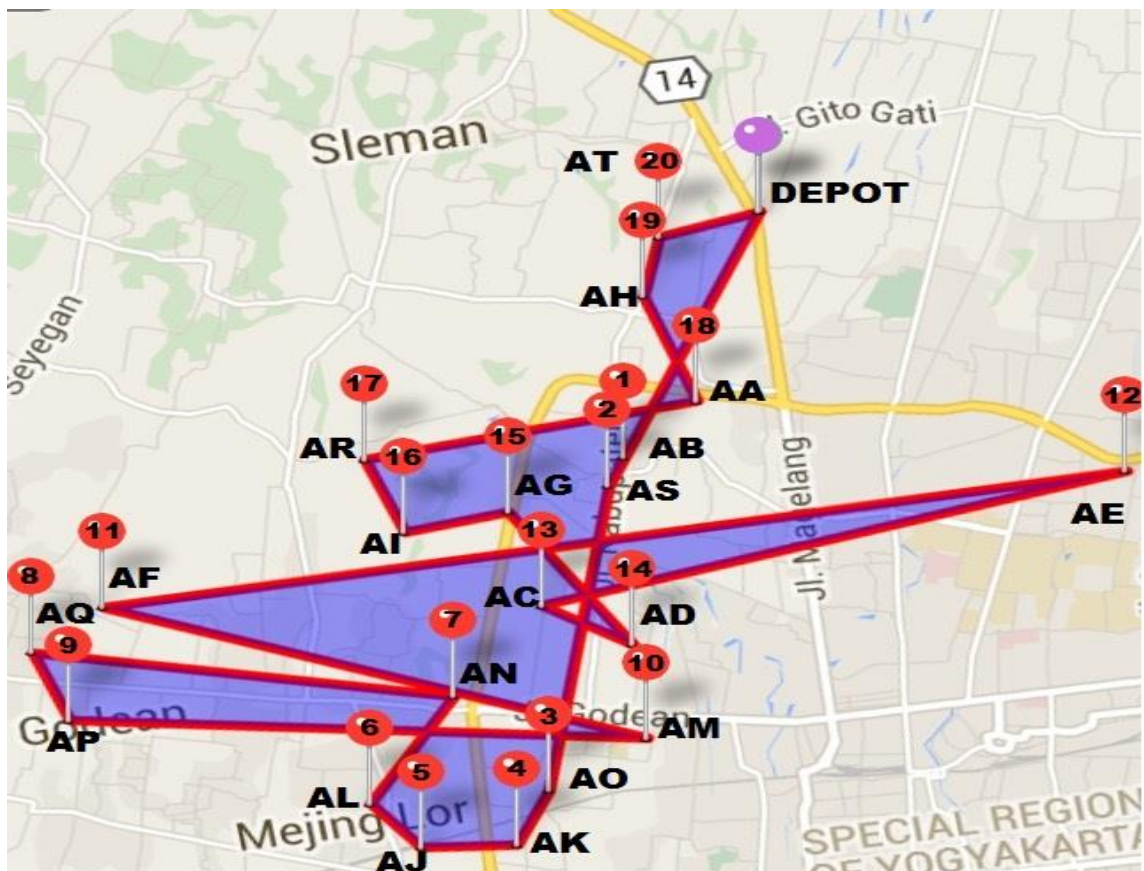
Tabel 4.17 Rekapitulasi rute awal terhadap rute usulan

#	Rute Awal	Rute Usulan	Selisih
Jarak	35,655	22,465	13,19
Waktu Tempuh	1:16:37	0:50:00	0:26:37
Akhir Waktu Kedatangan	12:26:37	12:00:00	0:26:37

Terlihat pada tabel 4.17 tersebut bahwa rute usulan memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap rute awal baik dari segi jarak , waktu tempuh dan akhir waktu kedatangan pun lebih cepat. Selisih antara rute usulan terhadap rute awal adalah sebesar 37%. Hal tersebut untuk mengantisipasi jika terdapat *extra call* dari *customer*.



Gambar 4.5 Peta Rute Awalan



Gambar 4.6 Peta Rute Usulan

Keterangan :

AA	: Kantin PPLH	AK	: Warni
AB	: Via Wijaya	AL	: Ratna
AC	: Chandra	AM	: Sekar Manis
AD	: Tony	AN	: Tawang Sari
AE	: Renita	AO	: Lares Jaya
AF	: Apotek K-24 Godean	AP	: Apotek Dina Farma
AG	: Bu Endro	AQ	: Sor Jambu
AH	: SS (Suka-suka)	AR	: Pojok Jawa
AI	: Langgeng	AS	: Toko Tirto Biru
AJ	: Fitri	AT	: Warungku weepee

Tabel 4.18 Perbandingan rute awal dan usulan :

No	Rute Awal	Rute Usulan
#	Depot Ultrajaya	Depot Ultrajaya
1	Warungku weepee (AT)	Via Wijaya (AB)
2	SS (Suka-suka) (AH)	Toko Tirto Biru (AS)
3	Via Wijaya (AB)	Lares Jaya (AO)
4	Toko Tirto Biru (AS)	Warni (AK)
5	Tony (AD)	Fitri (AJ)
6	Chandra (AC)	Ratna (AL)
7	Renita (AE)	Tawang Sari (AN)
8	Apotek k-24 Godean (AF)	Sor Jambu (AQ)
9	Sekar Manis (AM)	Apotek Dina Farma (AP)
10	Apotek Dina Farma (AP)	Sekar Manis (AM)
11	Warni (AK)	Apotek K-24 Godean (AF)
12	Ratna (AL)	Renita (AE)
13	Lares Jaya (AO)	Chandra (AC)
14	Fitri (AJ)	Tony (AD)
15	Tawang Sari (AN)	Bu Endro (AG)
16	Sor Jambu (AQ)	Langgeng (AI)
17	Kantin PPLH (AA)	Pojok Jawa (AR)

<b>No</b>	<b>Rute Awal</b>	<b>Rute Usulan</b>
18	Pojok Jawa (AR)	Kantin PPLH (AA)
19	Langgeng (AI)	SS (Suka-suka) (AH)
20	Bu Endro (AG)	Warungku Weepe (AT)
#	Depot Ultrajaya	Depot Ultrajaya

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil peramalan

Berdasarkan pengolahan data peramalan menggunakan bantuan *software* winQSB bahwa di dapatkan hasil *forecasting* untuk 12 kunjungan selanjutnya pada 20 toko yang dikunjungi pada *salesman* Sumartono. Adapun hasil *forecasting* tersebut adalah pemilihan berdasarkan hasil MSE terkecil serta nilai yang memenuhi grafik *tracking signal* +4 dan -4. Dalam menentukan hasil *forecasting* tersebut menggunakan beberapa metode peramalan. Metode peramalan yang digunakan tersebut telah ada pada menu *Software WinQSB* diantara lain *Simple Average (SA)*, *Moving Average (MA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, *Moving Average with Linear Trend (MAT)*, *Single Exponential Smoothing (DES)*, *Single Exponential Smoothing with Trend (SEST)*, *Double Exponential Smoothing (DES)*, *Double Exponential Smoothing with Trend (DEST)*, *Adaptive Exponential Smoothing (AES)*, *Linear Regression with Time (LR)*, *Holt-Winters Additive Algorithm (HWA)* dan *Holt-Winters Multiplicative Algorithm (HWM)*.

Hasil *forecasting* ini dirasa sangat perlu karena PT. Ultrajaya menerapkan sistem pengiriman produk melalui rata-rata pengiriman sebelumnya bagi toko sehingga perusahaan tidak mengerti berapa jumlah barang yang harus dibawa dalam mobil distribusi, mengingat jumlah permintaan dari seorang *customer* atau *retail* bersifat *fluktuatif*. Tentu jika tidak ada *forecasting* hal ini akan berpotensi menyebabkan *stockout* saat melakukan distribusi atau bisa terlalu banyak dalam membawa barang dalam mobil. Hasil *forecasting* diharapkan mampu menjadi gambaran bagi perusahaan agar mempertimbangkan jumlah barang yang dibawa saat melakukan distribusi agar



(Suka-suka) – Warungku Weepe – Depot Ultrajaya Cabang Yogyakarta dan total jarak yang ditempuh adalah 22,465 KM.

Dengan adanya rute usulan maka menguntungkan perusahaan karena terdapat selisih dengan rute awalan 13,19 KM. Dengan adanya pemendekan jarak tentu ini akan memiliki pemendekan waktu tempuh serta kendaraan kembali ke depot lebih cepat dari awalnya. Hal ini juga memiliki pengaruh untuk mengantisipasi jika terjadi *extra call* dari suatu konsumen.

### **5.3 Rute Usulan dengan Batasan Waktu (*Time Windows*)**

Seorang *salesman* distribusi bekerja mulai pukul 08.00 WIB, dimana tentunya seorang *salesman* ini mengunjungi toko – toko yang harus dilaluinya dengan batasan waktu masing – masing toko, sehingga hal ini berkaitan dengan kecepatan distribusi agar semua toko dapat terlewati tidak melebihi batas waktu tutup toko.

Untuk menentukan batasan waktu toko, digunakan hasil rute usulan yang telah diolah dengan menggunakan *software* NLI Generator serta mempertimbangkan waktu tempuh dan waktu pelayanan. Hasil rute usulan dengan batasan waktu dapat dilihat pada Tabel 4.16 yang dimana seorang *salesman* akan kembali lagi kepada depot pada pukul 12:00:00, hal ini menandakan bahwa tidak ada toko yang melewati batasan waktu tutup toko pada rute usulan, dengan jumlah waktu tempuh 50 menit dan jumlah waktu pelayanan selama 3 jam 10 menit.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai jawaban dari rumusan masalah yaitu :

1. Untuk memprediksi permintaan dari *customer* maka perlu dilakukan peramalan (*forecasting*) untuk periode kunjungan mendatang. Peramalan menggunakan 12 metode peramalan. Permintaan yang dipilih adalah berdasarkan permintaan yang memenuhi nilai MSE terkecil serta memenuhi grafik *tracking signal*. Kemudian permintaan yang di dapat disesuaikan dengan kapasitas maksimum kendaraan distribusi. Adapun hasil *forecasting* yang di dapat bahwa total produk yang dibawa pada kunjungan pertama adalah sebanyak 2845, kunjungan kedua sebanyak 2873, kunjungan ketiga sebanyak 2901, kunjungan keempat sebanyak 2929, kunjungan kelima sebanyak 2957, kunjungan keenam sebanyak 2985, kunjungan ketujuh sebanyak 3012, kunjungan kedelapan sebanyak 3040, kunjungan kesembilan sebanyak 3068, kunjungan kesepuluh sebanyak 3096, kunjungan kesebelas 3124 dan kunjungan kedua belas sebanyak 3152. Dari hasil tersebut bahwa hasil peramalan yang dihasilkan belum melebihi kapasitas kendaraan atau dapat dikatakan masih bersifat *feasible*.
2. Dengan adanya pengolahan rute usulan metode Algoritma Genetika bahwa terdapat pengaruh yang baik terhadap rute awalan. Adanya pemendekan rute distribusi yang dimana pada rute awalan sebesar 35,655 KM menjadi 22,465 KM pada rute usulan. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap urutan depot yang harus dikunjungi. Selain itu dengan adanya pemendekan jarak distribusi, tentu ada juga pemendekatan waktu tempuh. Pada rute awal memiliki waktu tempuh selama 1 jam 16 menit 37 detik

sedangkan pada rute usulan memiliki waktu tempuh 50 menit. Serta akhir waktu kedatangan kembali ke depot pada rute usulan juga lebih cepat dibandingkan akhir waktu kedatangan ke depot pada rute usulan. Pada Rute Awalan memiliki akhir waktu kedatangan kembali ke depot pada pukul 12:26:37 sedangkan pada rute usulan memiliki akhir waktu kedatangan kembali ke depot pada pukul 12:00:00. Dengan adanya penghematan akhir waktu kedatangan kembali ke depot dapat mengantisipasi lebih baik jika terdapat *extra call* dari *customer*. Selain terjadinya pemendekan dari segi jarak, waktu tempuh dan waktu akhir kedatangan kendaraan (kembali ke depot) hal lain yang berpengaruh antara rute awalan dengan rute usulan bahwa *salesman* tidak melewati batasan waktu tiap toko sehingga semua toko dapat dikunjungi oleh *salesman*.

## 6.2 Saran

Saran dalam penelitian ini ditujukan untuk perusahaan dan kepada pembaca yang akan melanjutkan atau mengembangkan penelitian yang sama :

1. Untuk perusahaan sebaiknya menggunakan Algoritma Genetika yang diusulkan dalam menentukan rute distribusi perusahaan. Dengan demikian perusahaan dapat meningkatkan pelayanan kepada pelanggannya serta dapat mempersingkat waktu distribusi untuk 1 *routing* . Adapun waktu yang tersisa tersebut bisa digunakan untuk memenuhi jika ada *extra call* dari seorang *customer*.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lainnya sebagai pembanding dengan metode Algoritma Genetika dalam penelitian ini atau menambahkan variabel-variabel lain serta memperhitungkan *forecasting* dengan metode lain atau dengan *family product* yang berbeda seperti sari kacang hijau atau UltraMimi

## DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, Risqie Putri. 2014. Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Metode Savings Heuristic. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember
- Arturo, Eduardo Garzon Garnica & Diana Patricia Cruz Benitez. 2015. Automated Data Acquisition for a large scale Capacitated Vehicle Routing Problem. *Skripsi*. Mexico : Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla
- Ayu, Ika Fajarwati & Wiwik Anggraeni. 2012. Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-Up. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 1 : 2301-9271
- Caretenuto, Pasquale., Stefano Giordani., Simone Massari., & Fabrizio Vaggagini. 2015. Periodic Capacitated Vehicle Routing for Retail Distributions of Fuel Oils. *Skripsi*. Italia : Universitas Roma
- Carlos, Jose Sousa., Haider Ali Biswas., Rui Brito., & Alexandre Silveira. 2011. A Multi Objective Approach to solve Capacitated Vehicle Routing Problems with Time Windows Using Mixed Integer Linear Programming. *International Journal of Advanced Science and Technology*. Vol 28 March 2011
- Catur, Ariyo Wibowo., Anggara Hayun., & Sudirwan. 2011. Implementasi Algoritma Genetika (GA) Pada Permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP) Di PT. Frisian Flag Indonesia (FFI). *Skripsi*. Jakarta : Universitas Binus
- Desiani, Anita & M. Arhami. 2006. Konsep Kecerdasan Buatan. Yogyakarta: ANDI
- Dhoruri, Atmini., Eminugroho Ratna Sari., & Dwi Lestari. 2013. Solving Capacitated Vehicle Routing Problems with Time Windows By Goal Programming Approach. *Skripsi*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Firdausi, Zayn., Achmad Jauhari., & Sigit Susanto Putro. 2013. Implementasi Peramalan Penjualan Menggunakan Metode Exponential Smoothing. *Jurnal Universitas Trunojoyo*
- Gaspersz, Vincent. 2004. *Production planning and inventory control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Gitosudarmo, Indriyo. 1998. *Manajemen bisnis logistik*. Yogyakarta: BPFE
- Gul, Ali Qureshi., Eiichi Taniguchi., & Tadashi Yamada. 2010. Exact Solution for the Vehicle Routing Problem with Semi Soft Time windows and its application. *Skripsi*. Jepang : Kyoto University

- Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen operasi*. Edisi III, Jakarta : Grasindo
- Ismail & Irhamah. 2008. Adaptive Permutation Based Genetic Algorithm for Solving VRP with Stochastic Demands. *International Journal of Applied Sciences*, Vol. **8**, no 18.
- Jabbar, Ahad Syaifullah. 2014. Usulan Rute Distribusi Dengan Time Windows Menggunakan Metode Nearest Insertion Heuristic. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Kadar, Abdul Muhammad Masum & Mohammad Shahjalal. 2011. Solving the Vehicle Routing Problem using Genetic Algorithm. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. **2**. No.7.
- Kumar, Anit. 2013. Encoding Schemes in Genetic Algorithm. *International Journal of Advanced Research in IT and Engineering*. Vol **2**. No 3
- Kusumadewi, Sri & Hari Purnomo. 2005. Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-Teknik Heuristik. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Mahmudy, WF., Marian., RM., & Luong. 2013. Optimization of part type selection and loading problem with alternative production plans in flexible manufacturing system using hybrid genetic algorithms. *International Conference on Knowledge and Smart Technology*. 31 Januari – 1 Februari, pp. 81-85
- Mulyana, Mumuh. 2012. Strategi Distribusi Pada Rantai Makanan. *Jurnal*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Nallusamy., Duraiswamy., Dhanalaksmi., & Parthiban. 2009. Optimization Of Multiple Vehicle Routing Problems Using Approximation Algorithms. *International Journal of Engineering Science and Technology* Vol **1**. No 3.
- Nasapi, Mahmud., Imam Santoso., & Masud Effendi. 2014. Peramalan Permintaan Susu Pasteurisasi Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan dan Time Series. *Skripsi*. Malang : Universitas Brawijaya
- Nitasha Soni & Dr. Tapas Kumar. 2014. Study of Various Mutation Operators in Genetic Algorithms. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol **5**. No 3.
- Nurhayati. 2015. Optimasi Distribusi Melalui Pendekatan Green Vehicle Routing Problem With Time Windows Menggunakan Algoritma Genetika. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia

- Nur, Satria Alam., Erma Suryani., & Retno Aulia Vinarti. 2012. Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Permasalahan Inventory Routing Problem Pada SPBU Menggunakan Algoritma Ant Colony. *Jurnal Teknik ITS*, Vol 1 : 2301-9271.
- Ovannia, Nessi Widyaningrum., Suyanto., & Retno Novi Dayawati. 2011. Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW) Menggunakan Differential Evolution dan Algoritma Genetika. *Skripsi*. Bandung : Universitas Telkom Bandung
- Puspita, Nora Syari., Mike Yuliana., & Ronny Susestyoko. 2011. Prediksi Intensitas Traffic Menggunakan Dynamic Forecasting. *Jurnal Teknik ITS*
- Salim, Abbas. 1993. *Manajemen transportasi*. Edisi I, Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Sanny, Lim., & Haryadi Sarjono. 2013. Peramalan Jumlah Siswa/i Sekolah Menengah Atas Swasta Menggunakan Enam Metode Forecasting. *Forum Ilmiah*, Vol 10. No 2.
- Sarwadi & Anjar. 2004. Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing. *Jurnal Matematika dan Komputer*. Vol 7. No 2.
- Schonberger, Jorn. 2015. The Two Commodity Capacitated Vehicle Routing Problem with Synchronization. *Skripsi*. German : Technische Universit`at Dresden
- Shaifali Aggarwal, Richa Garg and Dr. Puneet Goswami. 2014. A Review Paper on Different Encoding Schemes used in Genetic Algorithms. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. Vol 4. No 1
- Sundarningsih, D., Mahmudy, WF., dan Sutrisno. 2015. Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Vehicle Routing Problem With Time Window (VRPTW): Studi Kasus Air Minum Kemasan. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*. Vol 5. No 9.
- Tanujaya, Dian Retno Sari Dewi & Dini Endah. 2011. Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing di PT.MIF. *Widya Teknik*. Vol. 10. No.1
- Tobing, RL. 2010. Sistem Simulasi Penjadwalan Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika. *Skripsi*. Medan : Universitas Sumatera Utara
- Toth Paolo & Vigo Daniele. 2002. The Vehicle Routing Problem. *Society for Industrial and Applied Mathematics*. Philadelphia, USA

- Yulianti, Fitri. 2012. Modeling dan Forecasting Tingkat Produksi Gas di Indonesia Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Skripsi*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Yuli, Putri Utami, Cucu Suhery & Ilhamsyah. 2012. Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Genetika. Pontianak: Universitas Tanjungpura

# LAMPIRAN

### A. Data permintaan customer

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
KANTIN PPLH	06-Jan-14	24	24
	03-Feb-14	24	24
	17-Feb-14	0	24
	03-Mar-14	72	24
	17-Mar-14	52	0
	14-Apr-14	35	48
	28-Apr-14	24	0
	12-Mei-14	24	24
	26-Mei-14	30	0
	09-Jun-14	100	27
	23-Jun-14	2	0
	07-Jul-14	12	0
	18-Agust-14	56	24
	15-Sep-14	48	24
	29-Sep-14	29	32
	13-Okt-14	80	24
	10-nov-14	40	12
	08-Des-14	110	24
	05-Jan-15	4	24
	19-Jan-15	47	48
	02-Feb-15	26	48
	16-Feb-15	66	24
	16-Mar-15	24	24
	13-Apr-15	44	24
	27-Apr-15	0	24
	11-Mei-15	27	24
	08-Jun-15	24	24
	22-Jun-15	9	6
	03-Agust-15	48	72
	31-Agust-15	24	0

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
VIA WIJAYA	06-Jan-14	47	0
	20-Jan-14	70	0
	03-Feb-14	12	24
	17-Feb-14	52	0
	03-Mar-14	52	12
	17-Mar-14	39	24
	14-Apr-14	24	24
	28-Apr-14	98	24
	12-Mei-14	92	0
	26-Mei-14	41	24
	09-Jun-14	66	24
	23-Jun-14	46	0
	07-Jul-14	70	0
	21-Jul-14	77	24
	04-Agust-14	14	24
	18-Agust-14	75	12
	01-Sep-14	54	24
	15-Sep-14	82	0
	29-Sep-14	24	24
	13-Okt-14	64	24
	27-Okt-14	58	24
	10-Nop-14	68	24
	24-Nop-14	78	0
	08-Des-14	95	24
	22-Des-15	112	24
	05-Jan-15	24	24
	19-Jan-15	79	12
	02-Feb-15	84	0
	16-Feb-15	8	24
	02-Mar-15	114	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	16-Mar-15	47	24
	30-Mar-15	108	24
	13-Apr-15	70	48
	27-Apr-15	48	24
	11-Mei-15	24	0
	25-Mei-15	138	24
	08-Jun-15	64	24
	22-Jun-15	67	24
	06-Jul-15	28	24
	03-Agust-15	94	24
	31-Agust-15	120	24
	14-Sep-15	79	24
	28-Sep-15	138	24

customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
chandra	06-Jan-14	160	0
	20-Jan-14	100	0
	03-Feb-14	56	24
	17-Feb-14	60	0
	03-Mar-14	45	60
	17-Mar-14	45	72
	14-Apr-14	30	0
	28-Apr-14	40	60
	12-Mei-14	68	70
	26-Mei-14	80	120
	09-Jun-14	70	72
	23-Jun-14	55	0
	07-Jul-14	50	0
	21-Jul-14	45	90
	04-Agust-14	50	48
	18-Agust-14	45	72
	01-Sep-14	60	100
	15-Sep-14	53	0
	29-Sep-14	79	70
	13-Okt-14	0	24
	27-Okt-14	98	24
	10-Nop-14	0	48
	24-Nop-14	50	50
	08-Des-14	90	0
	22-Des-14	80	48
	05-Jan-15	70	70
	19-Jan-15	48	120
	02-Feb-15	0	0
	16-Feb-15	60	72
	02-Mar-15	64	48

customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	16-Mar-15	48	0
	30-Mar-15	64	80
	13-Apr-15	48	24
	27-Apr-15	64	0
	11-Mei-15	64	0
	25-Mei-15	54	120
	08-Jun-15	64	48
	22-Jun-15	64	0
	06-Jul-15	40	48
	10-Agust-15	60	24
	31-Agust-15	60	0
	14-Sep-15	55	24
	28-Sep-15	60	120

customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Tony	06-Jan-14	100	72
	20-Jan-14	94	0
	03-Feb-14	80	72
	17-Feb-14	55	24
	03-Mar-14	33	72
	17-Mar-14	48	24
	14-Apr-14	56	48
	12-Mei-14	36	48
	26-Mei-14	54	48
	09-Jun-14	88	72
	23-Jun-14	94	0
	07-Jul-14	24	0
	21-Jul-14	30	72
	04-Agust-14	74	48
	18-Agust-14	36	0
	01-Sep-14	94	24
	29-Sep-14	94	48
	13-Okt-14	80	48
	27-Okt-14	76	48
	10-Nop-14	6	72
	24-Nop-14	70	24
	08-Des-14	36	48
	22-Des-14	30	0
	05-Jan-15	64	48
	19-Jan-15	88	48
	02-Feb-15	12	48
	16-Feb-15	24	48
	02-Mar-15	70	0
	16-Mar-15	47	48
	30-Mar-15	52	24

customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	13-Apr-15	70	48
	27-Apr-15	59	48
	11-Mei-15	36	48
	25-Mei-15	24	24
	08-Jun-15	69	48
	22-Jun-15	64	48
	06-Jul-15	46	24
	03-Agust-15	48	48
	31-Agust-15	30	24
	21-Sep-15	30	24
	28-Sep-15	36	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Renita	06-Jan-14	100	48
	20-Jan-14	105	24
	03-Feb-14	0	24
	17-Feb-14	105	24
	03-Mar-14	112	48
	17-Mar-14	0	24
	14-Apr-14	85	72
	28-Apr-14	0	0
	12-Mei-14	0	0
	26-Mei-14	100	72
	09-Jun-14	90	24
	23-Jun-14	94	0
	07-Jul-14	85	0
	21-Jul-14	79	72
	04-Agust-14	80	0
	18-Agust-14	100	48
	01-Sep-14	90	48
	15-Sep-14	85	48
	29-Sep-14	0	48
	13-Okt-14	140	48
	27-Okt-14	100	24
	10-Nop-14	91	24
	24-Nop-14	89	24
	08-Des-14	106	24
	22-Des-14	105	48
	05-Jan-15	100	0
	19-Jan-15	97	24
	02-Feb-15	128	48
	16-Feb-15	104	0
	02-Mar-15	176	48
	16-Mar-15	159	48

	30-Mar-15	128	48
	13-Apr-15	130	48
	27-Apr-15	112	24
	25-Mei-15	152	24
	08-Jun-15	136	24
	28-Sep-15	130	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Apotek k-24 godean	06-Jan-14	24	24
	03-Feb-14	24	24
	03-Mar-14	0	24
	21-Apr-14	48	24
	12-Mei-14	24	0
	09-Jun-14	0	0
	07-Jul-14	24	0
	04-Agust-14	24	24
	01-Sep-14	0	48
	29-Sep-14	48	24
	24-Nop-14	24	24
	08-Des-14	24	48
	22-Des-14	24	24
	05-Jan-15	24	24
	02-Feb-15	24	24
	25-Feb-15	0	0
	02-Mar-15	24	0
	16-Mar-15	12	24
	30-Mar-15	12	24
	13-Apr-15	12	24
08-Jun-15	12	24	

customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Bu Endro	06-Jan-14	38	12
	03-Feb-14	0	12
	28-Apr-14	44	12
	12-Mei-14	0	0
	26-Mei-14	12	0
	09-Jun-14	12	0
	04-Agust-14	12	12
	01-Sep-14	24	0
	29-Sep-14	12	0
	13-Okt-14	20	12
	10-Nop-14	24	0
	22-Des-14	24	12
	05-Jan-15	0	6
	02-Feb-15	12	12
	02-Mar-15	6	0
	30-Mar-15	24	12
	27-Apr-15	0	0
	25-Mei-15	30	12
	22-Jun-15	6	0
	06-Jul-15	18	0
31-Agust-15	24	12	
28-Sep-15	36	0	

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Suka-suka	06-Jan-14	92	48
	20-Jan-14	70	24
	03-Feb-14	99	24
	17-Feb-14	67	0
	03-Mar-14	0	35
	17-Mar-14	99	24
	24-Mar-14	0	35
	02-Apr-14	96	48
	14-Apr-14	87	20
	28-Apr-14	40	0
	12-Mei-14	40	12
	26-Mei-14	0	40
	09-Jun-14	90	30
	16-Jun-14	0	0
	23-Jun-14	79	30
	07-Jul-14	0	0
	21-Jul-14	96	80
	04-Agust-14	0	0
	18-Agust-14	0	24
	01-Sep-14	0	24
	15-Sep-14	120	0
	25-Sep-14	90	48
	29-Sep-15	0	0
	13-Okt-14	100	60
	27-Okt-14	122	24
	10-Nop-14	0	24
	13-Nop-14	90	0
	24-Nop-14	99	24
	01-Des-14	0	0
	08-Des-14	90	30

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	22-Des-14	101	50
	29-Des-14	97	50
	05-Jan-15	0	0
	13-Jan-15	90	30
	19-Jan-15	95	10
	26-Jan-15	90	50
	02-Feb-15	92	30
	09-Feb-15	94	24
	16-Feb-15	80	24
	02-Mar-15	84	24
	16-Mar-15	76	0
	30-Mar-15	87	24
	04-Apr-15	82	0
	13-Apr-15	94	24
	21-Apr-15	88	0
	27-Apr-15	82	20
	11-Mei-15	98	20
	25-Mei-15	97	0
	01-Jun-15	77	0
	08-Jun-15	101	35
	15-Jun-15	94	20
	22-Jun-15	104	20
	29-Jun-15	90	18
	06-Jul-15	116	25
	13-Jul-15	100	25
	27-Jul-15	92	24
	03-Agust-15	95	20
	10-Agust-15	89	30
	24-Agust-15	94	30
	31-Agust-15	90	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	07-Sep-15	82	0
	14-Sep-15	77	24
	21-Sep-15	86	50
	28-Sep-15	80	30

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Langgeng	06-Jan-14	40	24
	20-Jan-14	88	12
	03-Feb-14	40	48
	17-Feb-14	24	0
	03-Mar-14	20	48
	17-Mar-14	44	0
	14-Apr-14	44	24
	28-Apr-14	84	24
	12-Mei-14	32	0
	26-Mei-14	64	48
	09-Jun-14	84	24
	23-Jun-14	48	24
	07-Jul-14	40	0
	21-Jul-14	108	24
	18-Agust-14	40	24
	01-Sep-14	68	24
	29-Sep-14	64	24
	13-Okt-14	64	48
	27-Okt-14	102	48
	10-Nop-14	20	24
	24-Nop-14	108	24
	22-Des-14	80	48
	05-Jan-15	72	0
	19-Jan-15	48	24
	02-Feb-15	72	24
	16-Feb-15	48	24
	02-Mar-15	52	24
	30-Mar-15	106	12
	13-Apr-15	56	0
	27-Apr-15	60	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	25-Mei-15	60	12
	08-Jun-15	40	24
	22-Jun-15	64	24
	06-Jul-15	32	24
	03-Agust-15	40	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Fitri	20-Jan-14	104	48
	17-Feb-14	40	24
	03-Mar-14	54	48
	17-Mar-14	64	0
	14-Apr-14	0	48
	28-Apr-14	24	24
	26-Mei-14	24	72
	09-Jun-14	40	0
	23-Jun-14	0	0
	07-Jul-14	2	0
	21-Jul-14	64	0
	18-Agust-14	64	20
	01-Sep-14	80	20
	29-Sep-14	0	48
	13-Okt-14	40	72
	27-Okt-14	0	120
	29-Sep-14	24	72
	10-Nop-14	80	0
	24-Nop-14	24	24
	08-Des-14	40	0
	22-Des-14	64	72
	05-Jan-15	0	0
	19-Jan-15	64	72
	02-Feb-15	24	48
	16-Mar-15	40	24
	30-Mar-15	40	48
	11-Mei-15	0	72
	08-Jun-15	40	48
	03-Agust-15	40	48
	31-Agust-15	104	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Warni	06-Jan-14	128	48
	20-Jan-14	104	48
	03-Feb-14	104	24
	17-Feb-14	80	48
	03-Mar-14	40	0
	17-Mar-14	0	0
	14-Apr-14	0	48
	28-Apr-14	104	48
	12-Mei-14	80	0
	26-Mei-14	70	48
	09-Jun-14	84	48
	07-Jul-14	60	0
	21-Jul-14	70	64
	04-Agust-14	80	48
	18-Agust-14	90	24
	01-Sep-14	104	24
	15-Sep-14	90	48
	29-Sep-14	0	0
	13-Okt-14	64	24
	27-Okt-14	40	48
	10-Nop-14	24	48
	24-Nop-14	64	24
	08-Des-14	0	0
	22-Des-14	128	48
	05-Jan-15	104	48
	19-Jan-15	48	48
	02-Feb-15	128	48
	16-Feb-15	48	48
	02-Mar-15	64	48
	16-Mar-15	68	60

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	30-Mar-15	40	48
	13-Apr-15	48	60
	27-Apr-15	64	60
	11-Mei-15	128	60
	25-Mei-15	88	60
	08-Jun-15	160	96
	13-Jun-15	112	96
	22-Jun-15	104	24
	06-Jul-15	128	72
	03-Agust-15	88	48
	31-Agust-15	88	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Ratna	06-Jan-14	0	48
	20-Jan-14	128	48
	03-Feb-14	80	72
	17-Feb-14	152	72
	03-Mar-14	120	0
	17-Mar-14	48	0
	14-Apr-14	20	48
	28-Apr-14	128	48
	12-Mei-14	24	64
	26-Mei-14	64	64
	09-Jun-14	128	0
	23-Jun-14	168	48
	07-Jul-14	140	48
	21-Jul-14	40	48
	04-Agust-14	40	48
	18-Agust-14	80	48
	01-Sep-14	104	48
	15-Sep-14	64	24
	29-Sep-14	24	24
	13-Okt-14	88	24
	27-Okt-14	168	24
	10-Nop-14	112	24
	24-Nop-14	110	24
	08-Des-14	104	48
	22-Des-14	128	48
	05-Jan-15	208	48
	19-Jan-15	48	48
	02-Feb-15	192	48
	16-Feb-15	0	24
	02-Mar-15	180	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	16-Mar-15	48	48
	30-Mar-15	200	48
	13-Apr-15	24	48
	27-Apr-15	208	48
	11-Mei-15	144	48
	25-Mei-15	140	24
	08-Jun-15	192	48
	22-Jun-15	144	48
	06-Jul-15	128	64
	03-Agust-15	134	48
	31-Agust-15	232	48
	14-Sep-15	96	24
	28-Sep-15	232	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Sekar Manis	06-Jan-14	166	96
	13-Jan-14	48	72
	20-Jan-14	163	48
	03-Feb-14	166	72
	10-Feb-14	48	0
	24-Feb-14	217	48
	03-Mar-14	64	24
	10-Mar-14	102	0
	17-Mar-14	144	0
	24-Mar-14	139	0
	07-Apr-14	163	72
	21-Apr-14	123	96
	28-Apr-14	163	24
	05-Mei-14	72	72
	12-Mei-14	136	0
	19-Mei-14	39	72
	26-Mei-14	120	48
	02-Jun-14	172	48
	16-Jun-14	51	48
	23-Jun-14	328	48
	30-Jun-14	3	48
	07-Jul-14	40	0
	21-Jul-14	91	120
	04-Agust-14	99	72
	18-Agust-14	133	36
	29-Agust-14	230	36
	08-Sep-14	139	36
	15-Sep-14	24	0
	29-Sep-14	185	48
	06-Okt-14	51	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	13-Okt-14	91	24
	20-Okt-14	66	0
	27-Okt-14	123	24
	03-Nop-14	84	0
	10-Nop-14	75	72
	17-Nop-14	48	48
	24-Nop-14	43	0
	01-Des-14	48	48
	13-Des-14	123	24
	22-Des-14	152	48
	29-Des-14	163	48
	05-Jan-15	24	48
	13-Jan-15	72	24
	26-Jan-15	108	0
	02-Feb-15	103	0
	09-Feb-15	96	24
	23-Feb-15	75	48
	02-Mar-15	27	48
	09-Mar-15	96	48
	23-Mar-15	136	48
	06-Apr-15	48	48
	20-Apr-15	105	24
	27-Apr-15	27	30
	04-Mei-15	48	48
	25-Mei-15	142	0
	15-Jun-15	72	48
	29-Jun-15	99	48
	13-Jul-15	100	48
	27-Jul-15	77	0
	10-Agust-15	96	72

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	24-Agust-15	123	24
	31-Agust-15	45	48
	14-Sep-15	29	48
	28-Sep-15	145	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Tawang Sari	03-Feb-14	64	24
	17-Feb-14	24	24
	17-Mar-14	34	12
	15-Apr-14	24	48
	28-Apr-14	99	0
	07-Jul-14	24	0
	21-Jul-14	96	48
	04-Agust-14	6	48
	18-Agust-14	0	48
	01-Sep-14	150	0
	29-Sep-14	24	24
	13-Okt-14	64	0
	10-Nop-14	64	48
	08-Des-14	76	48
	22-Des-14	44	0
	19-Jan-15	152	48
	11-Feb-15	48	48
	16-Feb-15	24	0
	30-Mar-15	163	0
	13-Apr-15	104	48
	11-Mei-15	40	0
	08-Jun-15	196	72
	06-Jul-15	52	0
	03-Agust-15	136	48
	31-Agust-15	156	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Lares Jaya	06-Jan-14	640	240
	17-Feb-14	168	168
	17-Mar-14	96	120
	14-Apr-14	40	240
	12-Mei-14	272	120
	26-Mei-14	72	360
	23-Jun-14	312	192
	07-Jul-14	144	0
	21-Jul-14	624	900
	01-Sep-14	400	0
	15-Sep-14	80	240
	29-Sep-14	136	120
	13-Okt-14	200	240
	24-Nop-14	448	240
	08-Des-14	120	240
	22-Des-14	440	240
	05-Jan-15	448	0
	02-Feb-15	504	0
	02-Mar-15	392	120
	16-Mar-15	120	0
	30-Mar-15	200	120
	27-Apr-15	376	144
	11-Mei-15	376	240
	25-Mei-15	512	240
	08-Jun-15	272	240
	22-Jun-15	264	240
	06-Jul-15	888	480
	03-Agust-15	520	360
	31-Agust-15	544	240

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	28-Sep-15	344	240

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Apotek dina farma	06-Jan-14	39	20
	20-Jan-14	40	10
	03-Feb-14	90	30
	17-Feb-14	36	40
	03-Mar-14	30	30
	17-Mar-14	37	0
	28-Apr-14	49	0
	12-Mei-14	45	0
	26-Mei-14	30	0
	09-Jun-14	30	35
	23-Jun-14	50	30
	07-Jul-14	40	0
	21-Jul-14	43	36
	04-Agust-14	40	36
	18-Agust-14	45	0
	01-Sep-14	40	30
	15-Sep-14	40	0
	07-Jul-14	50	39
	21-Jul-14	30	30
	04-Agust-14	45	0
	18-Agust-14	30	38
	01-Sep-14	45	0
	15-Sep-14	45	40
	29-Sep-14	49	0
	13-Okt-14	42	38
	10-Nop-14	40	0
	08-Des-14	41	30
	22-Des-14	44	0
	05-Jan-15	42	20
	19-Jan-15	42	0

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	02-Feb-15	49	0
	16-Feb-15	45	0
	02-Mar-15	43	25
	16-Mar-15	40	30
	30-Mar-15	42	30
	13-Apr-15	40	30
	27-Apr-15	40	26
	11-Mei-15	30	30
	25-Mei-15	40	22
	08-Jun-15	40	0
	22-Jun-15	30	25
	10-Agust-15	30	25
	31-Agust-15	35	30

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Sor Jambu	06-Jan-14	24	24
	20-Jan-14	73	48
	03-Feb-14	24	0
	17-Feb-14	64	48
	03-Mar-14	0	48
	17-Mar-14	32	0
	14-Apr-14	36	24
	28-Apr-14	99	0
	12-Mei-14	83	0
	26-Mei-14	0	48
	09-Jun-14	84	0
	23-Jun-14	88	0
	07-Jul-14	60	0
	21-Jul-14	45	48
	04-Agust-14	20	24
	18-Agust-14	75	24
	01-Sep-14	24	24
	15-Sep-14	0	24
	29-Sep-14	64	0
	13-Okt-14	24	24
	27-Okt-14	84	24
	10-Nop-14	44	24
	24-Nop-14	64	0
	08-Des-14	64	0
	22-Des-14	48	24
	05-Jan-15	64	24
	19-Jan-15	24	24
	02-Feb-15	40	24
	16-Feb-15	24	0
	02-Mar-15	64	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	16-Mar-15	44	0
	30-Mar-15	40	24
	13-Apr-15	68	24
	27-Apr-15	60	0
	11-Mei-15	42	24
	25-Mei-15	65	24
	08-Jun-15	75	0
	22-Jun-15	53	24
	06-Jul-15	35	48
	03-Agust-15	50	0
	31-Agust-15	72	24
	28-Sep-15	33	24

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Pojok Jawa	06-Jan-14	30	0
	20-Jan-14	27	0
	03-Feb-14	40	0
	17-Feb-14	24	0
	03-Mar-14	2	24
	14-Apr-14	24	24
	28-Apr-14	0	0
	12-Mei-14	80	0
	26-Mei-14	0	48
	09-Jun-14	88	0
	04-Agust-14	24	48
	18-Agust-14	104	0
	15-Sep-14	24	0
	29-Sep-14	40	48
	27-Okt-14	88	0
	24-Nop-14	0	24
	05-Jan-15	24	24
	19-Jan-15	0	0
	02-Feb-15	40	24
	16-Feb-15	48	0
	30-Mar-15	128	0
	13-Apr-15	0	0
	11-Mei-15	72	0
	08-Jun-15	64	24
	06-Jul-15	24	0
	03-Agust-15	104	0
	31-Agust-15	104	0
	28-Sep-15	88	48

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Toko Tirto Biru	06-Jan-14	64	72
	20-Jan-14	0	72
	03-Feb-14	68	48
	17-Feb-14	47	72
	17-Mar-14	221	48
	14-Apr-14	300	72
	28-Apr-14	299	72
	12-Mei-14	170	0
	26-Mei-14	228	120
	09-Jun-14	258	120
	23-Jun-14	256	48
	07-Jul-14	0	96
	21-Jul-14	264	48
	18-Agust-14	144	168
	01-Sep-14	232	72
	15-Sep-14	217	0
	27-Sep-14	0	120
	09-Okt-14	318	120
	13-Okt-14	104	90
	27-Okt-14	424	90
	10-Nop-14	0	90
	24-Nop-14	362	90
	08-Des-14	156	90
	22-Des-15	410	90
	12-Jan-15	390	90
	19-Jan-15	240	90
	02-Feb-15	240	90
	16-Feb-15	72	90
	02-Mar-15	304	120
	16-Mar-15	112	150

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
	30-Mar-15	280	90
	13-Apr-15	96	120
	27-Apr-15	280	90
	11-Mei-15	152	90
	25-Mei-15	256	120
	08-Jun-15	392	90
	22-Jun-15	304	120
	06-Jul-15	48	120
	03-Agust-15	312	90
	24-Agust-15	416	72
	31-Agust-15	264	150
	14-Sep-15	48	150
	28-Sep-15	246	90

Customer	Tanggal	Family Product	
		UltraMilk	Teh Kotak
Warungku weepe	06-Jan-14	12	0
	20-Jan-14	43	24
	03-Feb-14	43	0
	17-Feb-14	32	0
	03-Mar-14	12	24
	17-Mar-14	24	24
	14-Apr-14	3	24
	28-Apr-14	70	0
	12-Mei-14	0	48
	26-Mei-14	12	0
	09-Jun-14	64	24
	23-Jun-14	12	0
	21-Jul-14	0	0
	04-Agust-14	0	24
	18-Agust-14	55	0
	15-Sep-14	92	24
	29-Sep-14	12	0
	27-Okt-14	12	24
	10-Nop-14	15	0
	08-Des-14	30	10
	22-Des-14	24	0
	19-Jan-15	0	48
	16-Feb-15	6	24
	16-Mar-15	67	0
	04-Apr-15	76	24
	05-Mei-15	17	48
	06-Jul-15	90	24
	03-Agust-15	40	24
	31-Agust-15	0	24
	28-Sep-15	0	48

**B. Breakdown hasil forecasting**

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	Tk 300 MI
Kantin PPLH	9	5	19	2	28
	9	5	18	2	29
	9	5	18	2	29
	9	5	18	2	30
	9	5	18	2	30
	8	5	18	2	30
	8	5	18	2	31
	8	5	18	2	31
	8	5	18	2	31
	8	5	18	2	32
	8	5	18	2	32
	8	5	17	2	33

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	Tk 300MI
Via Wijaya	29	32	1	4	26
	29	32	1	4	26
	29	32	1	4	26
	29	33	1	4	27
	30	33	1	4	27
	30	34	1	4	27
	30	34	1	4	28
	31	34	1	4	28
	31	35	1	4	28
	31	35	1	4	29
	32	35	1	4	29
	32	36	1	4	30

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Chandra	16	1	27	6	46
	16	1	27	6	46
	15	1	26	6	46
	15	1	26	6	46
	15	1	26	6	46
	15	1	26	6	46
	15	1	26	6	46
	15	1	26	6	47
	15	1	25	6	47
	15	1	25	6	47
	15	1	25	6	47
	15	1	25	6	47

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Tony	13	22	0	4	36
	13	22	0	4	35
	13	22	0	4	35
	13	21	0	4	35
	12	21	0	4	35
	12	20	0	4	35
	12	20	0	4	34
	12	20	0	4	34
	11	19	0	4	34
	11	19	0	4	34
	11	18	0	4	34
	11	18	0	4	34

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Renita	51	0	89	0	34
	52	0	91	0	34
	52	0	92	0	34
	53	0	94	0	34
	54	0	95	0	34
	55	0	97	0	34
	56	0	98	0	35
	57	0	100	0	35
	58	0	101	0	35
	58	0	103	0	35
	59	0	104	0	35
	60	0	106	0	35

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Apotek k-24 godean	3	2	10	0	22
	2	2	9	0	22
	2	2	9	0	22
	2	2	9	0	22
	2	2	8	0	22
	2	2	8	0	22
	2	2	8	0	22
	2	2	7	0	22
	2	2	7	0	22
	2	1	7	0	22
	2	1	7	0	23
	2	1	6	0	23

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Bu Endro	8	9	0	0	4
	8	9	0	0	4
	8	9	0	0	4
	9	9	0	0	4
	9	9	0	0	4
	9	9	0	0	3
	9	9	0	0	3
	9	9	0	0	3
	9	9	0	0	3
	9	10	0	0	3
	9	10	0	0	3
	9	10	0	0	3

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
SS (suka-suka)	39	23	20	17	21
	39	23	20	17	21
	39	24	20	17	21
	40	24	21	17	21
	40	24	21	17	21
	40	24	21	17	21
	41	24	21	17	21
	41	25	21	18	21
	41	25	21	18	21
	42	25	21	18	21
	42	25	22	18	21
	42	25	22	18	21

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Langgeng	35	27	0	0	22
	36	28	0	0	22
	36	28	0	0	22
	36	28	0	0	21
	36	28	1	0	21
	36	28	1	0	21
	36	28	1	0	21
	36	28	1	0	21
	37	28	1	0	21
	37	28	1	0	21
	37	29	1	0	21
	37	29	1	0	21

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Fitri	25	13	1	0	50
	25	13	1	0	51
	25	13	1	0	52
	25	13	1	0	53
	25	13	1	0	54
	25	13	1	0	55
	25	13	1	0	56
	25	13	1	0	56
	25	13	1	0	57
	25	13	1	0	58
	25	13	1	0	59
	25	13	1	0	60

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Warni	41	32	3	0	68
	41	32	3	0	69
	42	32	3	0	70
	42	32	3	0	71
	42	32	3	0	72
	42	32	3	0	73
	42	32	3	0	74
	42	32	3	0	75
	42	32	3	0	76
	42	32	3	0	77
	42	32	3	0	79
	42	32	3	0	80

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Ratna	107	41	13	0	40
	108	42	14	0	39
	110	43	14	0	39
	111	43	14	0	39
	113	44	14	0	39
	114	44	14	0	39
	116	45	15	0	39
	117	45	15	0	39
	119	46	15	0	39
	120	47	15	0	39
	122	47	15	0	39
	123	48	15	0	39

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Sekar manis	13	17	41	2	32
	13	17	41	2	31
	13	17	40	2	31
	12	16	40	2	31
	12	16	39	2	31
	12	16	39	2	31
	12	16	38	2	30
	12	16	38	2	30
	12	15	37	2	30
	11	15	37	2	30
	11	15	36	2	30
	11	15	36	2	29

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Tawang Sari	64	45	14	0	33
	66	46	15	0	34
	68	47	15	0	34
	70	49	16	0	35
	72	50	16	0	35
	74	52	16	0	36
	76	53	17	0	36
	78	54	17	0	37
	80	56	18	0	37
	82	57	18	0	38
	84	58	19	0	38
	86	60	19	0	38

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Lares jaya	338	134	0	0	230
	344	137	0	0	231
	351	140	0	0	232
	357	142	0	0	234
	364	145	0	0	235
	370	147	0	0	236
	377	150	0	0	237
	383	152	0	0	238
	390	155	0	0	240
	396	158	0	0	241
	403	160	0	0	242
	409	163	0	0	243

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Apotek dina farma	25	9	0	3	20
	25	9	0	3	20
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	24	9	0	3	21
	23	9	0	3	21

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Sor Jambu	24	0	29	0	16
	24	0	29	0	16
	24	0	29	0	16
	24	0	29	0	16
	25	0	29	0	16
	25	0	29	0	16
	25	0	29	0	15
	25	0	29	0	15
	25	0	29	0	15
	25	0	29	0	15
	25	0	30	0	15
	25	0	30	0	15

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Pojok Jawa	39	1	33	1	14
	40	1	34	1	15
	41	1	35	1	15
	42	1	36	1	15
	43	2	37	1	15
	44	2	37	1	16
	45	2	38	1	16
	46	2	39	1	16
	47	2	40	1	16
	48	2	41	1	17
	49	2	42	1	17
	50	2	43	1	17

Customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Toko Tirto Biru	170	59	34	4	120
	172	60	34	5	121
	174	60	34	5	122
	175	61	35	5	124
	177	61	35	5	125
	179	62	35	5	126
	181	63	36	5	127
	182	63	36	5	129
	184	64	36	5	130
	186	64	37	5	131
	187	65	37	5	133
	189	66	37	5	134

customer	UT 125ml	UT 200ml	UT 250ml	UT 1000ml	TK 300MI
Warungku weepe	17	13	0	2	27
	17	13	0	2	28
	18	13	0	2	29
	18	13	0	2	29
	18	13	0	2	30
	18	14	0	2	31
	18	14	0	2	31
	18	14	0	2	32
	18	14	0	2	33
	18	14	0	2	33
	19	14	0	2	34
	19	14	0	2	35