



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI
ALAT ANGKUT RASKIN PERUM BULOG DIVRE DKI JAKARTA
MELALUI OPTIMASI RUTE DAN JUMLAH KENDARAAN
MENGUNAKAN METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION***

SKRIPSI

**ZAKIYAH SUNGKAR
0706275183**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI
ALAT ANGKUT RASKIN PERUM BULOG DIVRE DKI JAKARTA
MELALUI OPTIMASI RUTE DAN JUMLAH KENDARAAN
MENGUNAKAN METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**ZAKIYAH SUNGKAR
0706275183**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Zakiyah Sungkar

NPM : 0706275183

Tanda Tangan : 

Tanggal : Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Zakiyah Sungkar
NPM : 0706275183
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Analisis Kelayakan Investasi Alat Angkut Raskin
Perum BULOG Divre DKI Jakarta melalui Optimasi
Rute dan Jumlah Kendaraan Menggunakan Metode
*Vehicle Routing Problem Algoritma Differential
Evolution*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Amar Rachman, MEIM.

Penguji : Prof. Dr. Teuku Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc. ()

Penguji : Ir. Sri Bintang Pamungkas, MSISE., PhD ()

Penguji : Ir. Djoko Sihono Gabriel, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Teknik Departemen Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Amar Rachman, MEIM., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis.
2. Bapak Akhmad Hidayatno, ST., MBT, Ibu Dr. Ing. Amalia Suzianti, Ibu Arian Dhini, ST., MT., Bapak Ir. Djoko Sihono Gabriel, MT, dan Ibu Ir. Isti Surjandari, PhD., selaku dosen penguji pada seminar 1 dan 2 yang telah memberikan kritik dan saran membangun kepada penulis.
3. Bapak Faisal, Bapak Edi Rizal, Bapak Nugroho, Bapak Joko, Mba Dita, dan seluruh pihak Perum BULOG yang telah sangat membantu penulis dalam memperoleh data-data skripsi dan mengetahui seluk beluk pendistribusian raskin.
4. Abdurrahman Sungkar dan Rahmatul Fathiyah selaku orang tua, Ali, Yusuf, Lutfiyah dan seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan tanpa henti serta memberikan dukungan moral maupun material, perhatian, kasih sayang, dan motivasi setiap saat kepada penulis.
5. Muhammad Jamaludin Bintara yang selalu setia mendengarkan keluh kesah dalam penyusunan skripsi dan memberikan perhatian, dukungan, dan semangat kepada penulis.
6. Anissa Zahara dan Rini Kurniaputri yang telah menjadi teman senasib sepenanggungan berjuang menghadapi MATLAB dan Algoritma DE.
7. Daril Benaya, Paulus Bangun, dan semua pihak yang telah membantu penulis mengenal MATLAB.

8. Chintya Asri, Rizka Britania, Deddy Lukmanda, Miska Rahmanyati, dan Martin Joshua yang selalu memberikan dukungan moral, canda tawa, dan kebersamaan selama empat tahun perkuliahan.
9. Heny Nopiyanti dan Sri Astuti W yang selalu setia menjadi teman galau skripsi dan teman canda tawa selama empat tahun perkuliahan.
10. RC dan Tuty yang selalu berbagi pengalaman menghadapi seminar dan sidang.
11. Seluruh teman-teman TI 2007 atas dukungan dan kebersamaannya suka duka melewati masa perkuliahan bersama.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dari awal sampai selesainya penulisan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Saya menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, segala saran dan kritik sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zakiyah Sungkar
NPM : 0706275183
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Kelayakan Investasi Alat Angkut Raskin Perum BULOG Divre DKI Jakarta Melalui Optimasi Rute dan Jumlah Kendaraan Menggunakan Metode *Vehicle Routing Problem* Algoritma *Differential Evolution*”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Juni 2011

Yang menyatakan



(Zakiyah Sungkar)

vi

Universitas Indonesia

ABSTRAK

Nama : Zakiyah Sungkar
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Analisis Kelayakan Investasi Alat Angkut Raskin Perum BULOG Divre DKI Jakarta melalui Optimasi Rute dan Jumlah Kendaraan Menggunakan Metode *Vehicle Routing Problem* Algoritma *Differential Evolution*

Penelitian ini membahas mengenai analisis kelayakan investasi alat angkut Perum BULOG divre DKI Jakarta melalui optimasi rute dan jumlah kendaraan dalam pendistribusian raskin. Metode yang digunakan untuk penentuan rute distribusi adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) Algoritma *Differential Evolution* (DE). VRP merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi biaya transportasi dan meminimumkan penggunaan kendaraan. Prinsip DE didasarkan pada konsep evolusi biologi, proses reproduksi, mutasi, pindah silang, dan penyeleksian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah rute distribusi raskin wilayah DKI Jakarta menggunakan 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton dengan total jarak tempuh 13.779 km dan investasi alat angkut Perum BULOG divre DKI Jakarta layak untuk dilaksanakan dengan total investasi sejumlah Rp2.225.170.882 dengan modal pribadi sebesar Rp890.068.352 diperoleh IRR sebesar 38% dan NPV sebesar Rp756.028.837 dengan jangka waktu pengembalian modal adalah 4 tahun.

Kata Kunci:

Vehicle Routing Problem, algoritma *Differential Evolution*, optimasi, studi kelayakan, IRR, NPV, *payback period*

ABSTRACT

Name : Zakiyah Sungkar
Study Program : Industrial Engineering
Title : Investment Feasibility Study of Raskin Vehicle in Perum BULOG Divre DKI Jakarta through Route and Vehicle Number Optimization Using Vehicle Routing Problem and Differential Evolution Algorithm

This research studies about investment feasibility study in Perum BULOG divre DKI Jakarta through route and vehicle number optimization using Vehicle Routing Problem (VRP) and Differential Evolution (DE) algorithm. VRP is a method that applicable to increase efficiency of transportation cost and minimize the number of vehicles. In order to solve the problem, VRP model was developed using Differential Evolutin (DE) algorithm. DE is an algorithm that powerful enough in global optimization. The result obtained of this study is the distribution route using seven unit of vehicles with capacity of 9 tons and total mileage 13.779 km. Futhermore, vehicle investment is feasible to be implemented by Perum BULOG divre DKI Jakarta with total investment Rp2.225.170.882, with private capital for Rp890.068.352, Perum BULOG will obtain IRR 38%, NPV Rp756.028.837 and payback period 4 years.

Key words:

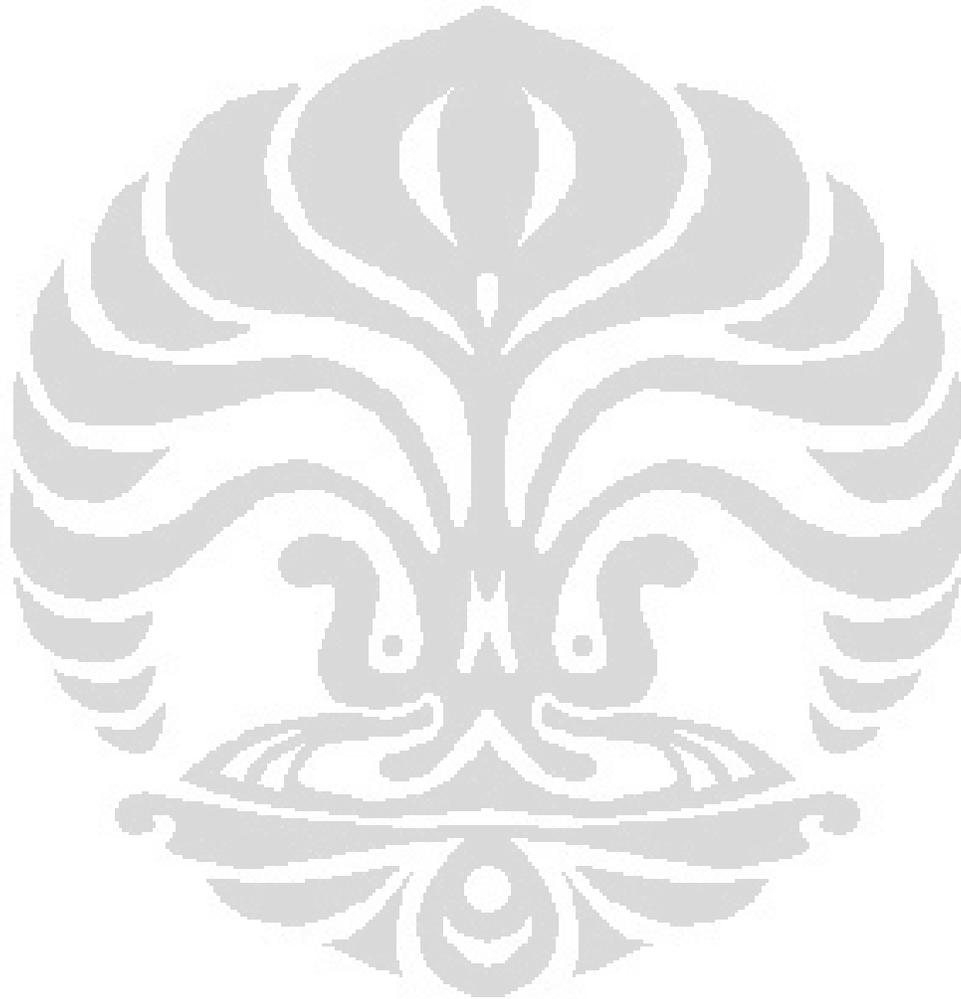
Vehicle routing problem, differential evolution algorithm, optimization, feasibility study, IRR, NPV, payback period

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan masalah.....	4
1.3 Perumusan Permasalahan.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Permasalahan.....	6
1.6 Metodologi Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	11
2.1 <i>Vehicle Routing Problem</i>	12
2.1.1 Definisi dan Karakteristik.....	12
2.1.2 <i>Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows</i>	16
2.1.2.1 Model Matematis SDVRPTW.....	17
2.2 Metode Penyelesaian VRP.....	20
2.2.1 Pendekatan Eksak.....	21
2.2.2 Pendekatan Heuristik Klasik.....	21
2.2.3 Pendekatan Heuristik Modern/Metaheuristik.....	22
2.3 Algoritma <i>Differential Evolution</i>	22
2.3.1 Konsep Dasar.....	22
2.3.2 Tahapan <i>Differential Evolution</i>	24
2.3.2.1 Inisialisasi.....	25
2.3.2.2 Mutasi.....	26
2.3.2.3 Pindah Silang.....	27
2.3.2.4 Seleksi.....	28
2.3.2.5 Terminasi.....	29
2.3.3 Prosedur Pengerjaan <i>Differential Evolution</i>	29
2.4 <i>Feasibility Study</i>	32
BAB 3 PENGUMPULAN DATA	35
3.1 Profil Perusahaan.....	35
3.1.1 Program RASKIN.....	36

3.2 Data yang Dibutuhkan	39
3.2.1 Jumlah, Lokasi dan Permintaan Raskin Setiap Titik Distribusi serta Historis Rute Pengiriman	39
3.2.2 Jarak	40
3.2.3 Waktu	41
3.2.3.1 <i>Time Windows</i>	42
3.2.3.2 <i>Service Time</i>	42
3.2.3.4 <i>Travel Time</i>	43
3.2.4 Kendaraan.....	43
3.2.5 Biaya Operasional	44
BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	46
4.1 Pengolahan Data	46
4.1.1 Penyusunan Algoritma Menggunakan <i>Software</i> MATLAB	46
4.1.1.1 Penetapan Parameter Kontrol.....	47
4.1.1.2 Menentukan Populasi Awal	50
4.1.1.3 Menentukan Fungsi Objektif dan Kendala Operasional	51
4.1.1.4 Evaluasi Fungsi Objektif.....	53
4.1.1.5 Memperbaharui Generasi (Iterasi)	53
4.1.1.6 Proses Mutasi	54
4.1.1.7 Proses Pindah Silang	54
4.1.1.8 Proses Seleksi.....	54
4.1.1.9 Proses Terminasi	55
4.1.2 Verifikasi dan Validasi Program	55
4.1.2.1 Hasil Perhitungan Manual.....	57
4.1.3 Input Data, Pengolahan Data, dan Hasil.....	63
4.2 Analisis Kelayakan Investasi	67
4.2.1 Identifikasi Masalah dan Menetapkan Tujuan	67
4.2.2 Mencari Informasi yang Berkaitan	68
4.2.3 Membuat <i>Cashflow</i>	69
4.2.3.1 Biaya Investasi Awal	69
4.2.3.2 Sumber Dana Investasi.....	70
4.2.3.3 Biaya Operasional	70
4.2.3.4 Depresiasi.....	72
4.2.3.5 Kredit	72
4.2.3.6 Pendapatan	73
4.1.1.7 Laporan Laba Rugi.....	73
4.2.4 Analisis dan Evaluasi	76
4.2.5 Menentukan Alternatif Terbaik	78
4.3 Analisis	80
4.3.1 Analisis Program	80
4.3.2 Analisis Penetapan Parameter Kontrol	81
4.3.3 Analisis Waktu Komputasi.....	81
4.3.4 Analisis Biaya.....	82
4.3.5 Analisis Utilitas Kendaraan.....	83
4.3.6 Analisis Sensitivitas Kelayakan Investasi	83

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	87
DAFTAR REFERENSI.....	88
LAMPIRAN	

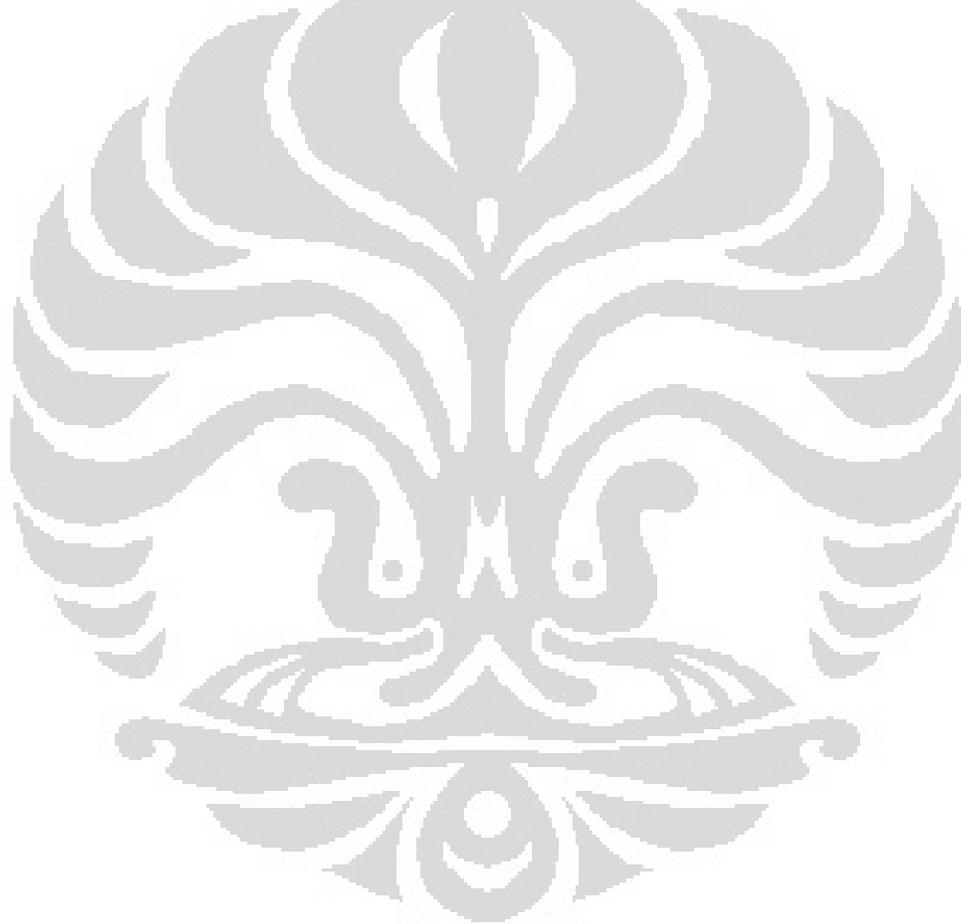


DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Matriks jarak antar titik.....	41
Tabel 3.2 Matriks waktu tempuh antar titik.....	43
Tabel 3.3 Spesifikasi kendaraan.....	44
Tabel 4.1 Hasil studi parameter kombinasi F dan Cr.....	48
Tabel 4.2 Data <i>dummy</i> jarak dan <i>demand</i> untuk validasi.....	56
Tabel 4.3 Data <i>dummy</i> waktu tempuh untuk validasi.....	56
Tabel 4.4 Parameter kontrol untuk validasi.....	56
Tabel 4.5 Populasi awal (hasil run MATLAB).....	57
Tabel 4.6 Pengurutan titik distribusi populasi awal.....	58
Tabel 4.7 Perbandingan rute TSP perhitungan manual dan hasil MATLAB.....	58
Tabel 4.8 Kendaraan yang digunakan (hasil run MATLAB).....	58
Tabel 4.9 Rute VRP populasi awal (hasil run MATLAB).....	59
Tabel 4.10 Fungsi objektif populasi awal.....	59
Tabel 4.11 Proses mutasi individu 1, 2, dan 5.....	59
Tabel 4.12 Populasi mutan (hasil run MATLAB).....	60
Tabel 4.13 Populasi <i>trial</i> (hasil run MATLAB).....	60
Tabel 4.14 Pengurutan titik distribusi populasi <i>trial</i>	61
Tabel 4.15 Rute TSP populasi <i>trial</i>	61
Tabel 4.16 Rute VRP populasi <i>trial</i> (hasil run MATLAB).....	61
Tabel 4.17 Fungsi objektif populasi <i>trial</i>	62
Tabel 4.18 Seleksi antara populasi awal dan populasi <i>trial</i>	62
Tabel 4.19 Biaya operasional kendaraan 9 ton.....	64
Tabel 4.20 Biaya operasional kendaraan 18 ton.....	64
Tabel 4.21 Biaya per bulan kendaraan 9 ton.....	65
Tabel 4.22 Biaya per bulan kendaraan 18 ton.....	65
Tabel 4.23 Run program berbagai kombinasi penggunaan kendaraan.....	66
Tabel 4.24 Biaya investasi kendaraan 1.....	69
Tabel 4.25 Biaya peralatan dan perlengkapan tambahan.....	70
Tabel 4.26 Total Biaya investasi awal.....	70
Tabel 4.27 Sumber dana investasi awal.....	70
Tabel 4.28 Biaya operasional selama 5 tahun.....	71
Tabel 4.29 Depresiasi kendaraan.....	72
Tabel 4.30 Biaya kredit.....	72
Tabel 4.31 Pendapatan alternatif 1.....	73
Tabel 4.32 Laporan laba rugi selama 5 tahun.....	74
Tabel 4.33 Arus kas alternatif 1.....	75
Tabel 4.34 Resume arus kas alternatif 1 (kiri) dan alternatif 2 (kanan).....	77
Tabel 4.35 Arus kas <i>incremental</i>	77
Tabel 4.36 Perhitungan <i>discounted payback period</i>	77
Tabel 4.37 Resume studi kelayakan.....	79
Tabel 4.38 Skenario kenaikan bahan bakar kendaraan.....	85
Tabel 4.39 Skenario kenaikan modal investasi awal.....	85
Tabel 4.40 Skenario penurunan jumlah RTS-PM.....	86
Tabel 4.41 Perbandingan ketiga skenario.....	86

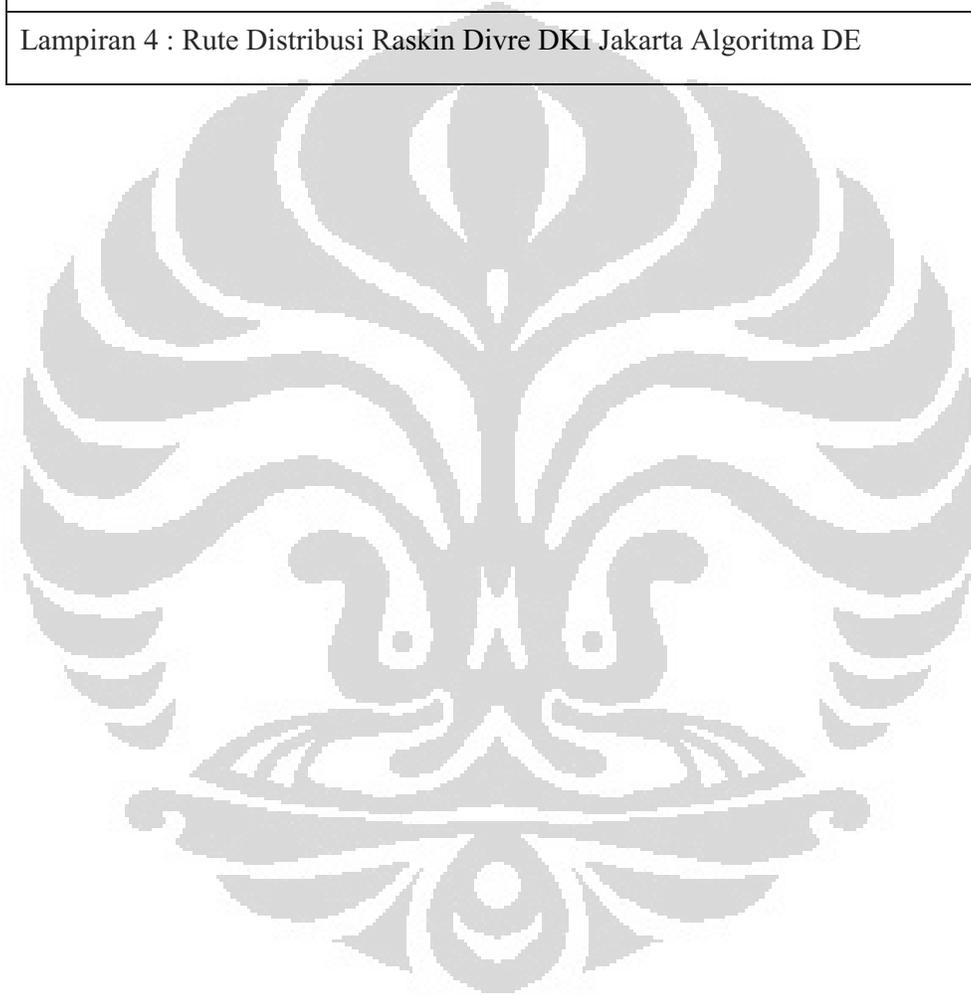
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah	5
Gambar 1.2 Diagram Alir Metode Penelitian	7
Gambar 2.1 Proses pindah silang	28
Gambar 2.2 Diagram alir proses DE	30
Gambar 3.1 Diagram alir penyaluran Raskin ke RTS-PM.....	38
Gambar 3.2 Peta sebaran raskin DKI Jakarta.....	40
Gambar 4.1 Total pengeluaran tiap bulan	66
Gambar 4.2 <i>Engineering Economy Approach</i>	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010
Lampiran 2 : Data Permintaan Raskin Wilayah DKI Jakarta
Lampiran 3 : <i>Script M-File</i> MATLAB
Lampiran 4 : Rute Distribusi Raskin Divre DKI Jakarta Algoritma DE



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Logistik menjadi salah satu aspek penting yang harus diperhatikan perusahaan saat ini karena banyak kendala yang dihadapi perusahaan dalam melakukan pendistribusian produk. Kendala yang umum dihadapi perusahaan dalam pendistribusian produk diantaranya adalah jumlah permintaan yang fluktuatif dan berbeda-beda untuk setiap titik, keterbatasan jumlah dan kapasitas kendaraan yang dimiliki, adanya batasan waktu pengiriman, dan jumlah titik kirim yang banyak dan tersebar. Setiap perusahaan dituntut untuk memiliki manajemen logistik yang baik. Menurut *Council of Logistic Management* (CLM), logistik merupakan suatu proses perancangan, implementasi, dan pengendalian efisiensi, aliran biaya, dan penyimpanan bahan baku, barang setengah jadi, produk jadi, dan informasi-informasi lain yang berhubungan dari titik awal sampai titik akhir suatu proses produksi untuk memenuhi kebutuhan konsumen (Ballou, 2004).

Sebuah sistem logistik yang baik dapat diperoleh melalui aktivitas-aktivitas logistik yang efisien. Suatu perusahaan harus dapat mengoptimalkan sistem logistik agar dapat bersaing dengan kompetitornya. Hal tersebut dikarenakan distribusi fisik suatu perusahaan memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap biaya dan juga tingkat pelayanan terhadap konsumen. Salah satu komponen yang paling mempengaruhi biaya distribusi adalah biaya transportasi. Biaya transportasi merupakan salah satu elemen biaya distribusi yang berkontribusi paling besar, yaitu sekitar 1/3 sampai 2/3 dari total biaya aktivitas distribusi (Ballou, 2004). Oleh karena itu, berbagai usaha diperlukan untuk meminimalisasi biaya transportasi.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menekan biaya transportasi adalah melakukan optimasi sumber daya. Optimasi sumber daya dapat dilakukan melalui efisiensi penggunaan atau alokasi kendaraan dan penentuan rute terbaik agar menghasilkan jarak terpendek. Solusi dalam menyelesaikan permasalahan ini adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP). Melalui penerapan VRP, perusahaan dapat meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya

tetap yang berhubungan dengan kendaraan, meminimumkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen, menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan, dan meminimumkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti ketidaksanggupan melayani konsumen secara penuh ataupun keterlambatan pengiriman (Toth dan Vigo, 2002).

VRP dapat didefinisikan sebagai suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, dimana masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada dan juga meminimalisasi biaya transportasi (Toth dan Vigo, 2002). Secara sederhana, VRP merupakan permasalahan yang meliputi konstruksi rute-rute dari sejumlah kendaraan yang dimulai dari suatu depot utama menuju ke lokasi sejumlah konsumen dengan jumlah permintaan tertentu. Tujuannya adalah untuk meminimumkan biaya total tanpa melebihi kapasitas kendaraan (Poot, Kant dan Wagelmans, 2002).

Untuk memecahkan permasalahan dengan banyak konsumen yang harus dilayani, upaya pencarian solusi optimal akan semakin membutuhkan waktu. Hal tersebut disebabkan VRP merupakan *Non Polynomial-hard problems*, dimana waktu yang dibutuhkan untuk mencari solusi permasalahan bergerak secara eksponensial seiring dengan bertambahnya konsumen. Sehingga, berkembanglah berbagai macam pendekatan heuristik maupun metaheuristik yang mampu memberikan hasil yang lebih optimal dengan waktu yang relatif singkat.

Dalam dekade terakhir ini, telah banyak penelitian mengenai permasalahan VRP dengan menggunakan berbagai pendekatan heuristik maupun metaheuristik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi adalah *Evolutionary Algorithms* (EA). EA merupakan salah satu jenis algoritma pencarian langsung yang konvensional dengan menggunakan strategi yang menggerakkan variasi-variasi dari rancangan vektor-vektor parameter dan *Differential Evolution* (DE) merupakan salah satu jenis *Evolutionary Algorithms*.

Prinsip DE didasarkan pada konsep evolusi biologi, yang terdiri dari proses populasi, mutasi, pindah silang, dan penyeleksian. DE bekerja

menggunakan *random sampling* sehingga akan menghasilkan penyelesaian berbeda meskipun model awalnya tidak diubah (Price, 2005). DE akan menggabungkan elemen-elemen dari solusi-solusi yang telah ada untuk menciptakan solusi baru dengan mewarisi ciri-ciri yang dimiliki oleh tiap orang tua. DE terbukti lebih akurat dan lebih efisien dibandingkan dengan *Simulated Annealing*, *Genetic Algorithm*, dan juga *Evolutionary Algorithm* lain sekalipun. Keunggulan DE adalah strukturnya yang sederhana, mudah diimplementasikan, cepat dalam mencapai tujuan, dan bersifat tangguh (Price, 2005). Karaboga (2004) juga menambahkan keunggulan DE dibandingkan dengan GA, yaitu kemampuan untuk menemukan minimum global sebenarnya terlepas dari nilai parameter awal, cepat mencapai keadaan konvergen, dan sedikit menggunakan parameter kontrol.

Perum BULOG adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bertugas untuk melaksanakan tugas pemerintah di bidang manajemen logistik. Salah satu tugas Perum BULOG adalah mendistribusikan beras untuk rakyat miskin (raskin) ke 49.841 titik distribusi seluruh Indonesia. Khusus divisi regional (divre) DKI Jakarta yang terletak di Jalan Perintis Kemerdekaan Kelapa Gading Timur, Kelapa Gading, Jakarta Utara, setiap bulannya Perum BULOG divre DKI Jakarta harus menyalurkan raskin ke 267 titik distribusi dengan jumlah 180.660 Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat seluruh kelurahan di wilayah DKI Jakarta termasuk Kepulauan Seribu (Unit Bisnis Jasa Angkutan Perum BULOG divre DKI Jakarta, 2010).

Ketidaktersediaan alat angkut dalam penyaluran raskin mendorong Unit Bisnis Jasa angkutan (UB Jasang) Perum BULOG divre DKI Jakarta menggunakan pihak lain dalam penyaluran raskin, yaitu Koperasi Jaya dan PT Laksana. Koperasi Jaya merupakan koperasi anggota bagi karyawan Perum BULOG divre DKI Jakarta. Sedangkan, PT Laksana merupakan perusahaan *subcontract* yang diminta Perum BULOG divre DKI Jakarta untuk melakukan penyaluran raskin.

Penggunaan pihak kedua ini dirasa tidak berjalan optimal karena UB Jasang tidak pernah melakukan perencanaan dalam pendistribusian raskin. Banyaknya kendala yang dimiliki Perum BULOG divre DKI Jakarta juga menyebabkan tidak adanya perencanaan dalam pendistribusian. Kendala-kendala

tersebut mempersulit UB Jasang divre DKI Jakarta dalam melakukan perencanaan. Selain itu, besarnya biaya transportasi yang harus dikeluarkan UB Jasang divre DKI Jakarta dalam penyaluran raskin mendorong adanya suatu efisiensi biaya dalam melakukan pendistribusian tersebut. Optimasi ini dapat dilakukan melalui perancangan rute distribusi terbaik sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan kendaraan.

Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu studi kelayakan investasi alat angkut bagi Perum BULOG divre DKI Jakarta melalui optimasi rute dan jumlah kendaraan dalam penyaluran raskin divre DKI Jakarta. Dengan adanya studi kelayakan ini diharapkan Perum BULOG divre DKI Jakarta dapat mengoptimalkan sistem distribusi raskin sehingga dapat meminimalkan biaya dan meningkatkan peran Perum BULOG dalam penyaluran raskin.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan mengenai latar belakang permasalahan dari penelitian ini. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, dapat dibuat diagram keterkaitan masalah yang menampilkan permasalahan secara visual dan sistematis. Diagram keterkaitan masalah penelitian ini ditunjukkan oleh gambar 1.1.

1.3 Perumusan Permasalahan

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah perlu dilakukannya suatu studi kelayakan investasi alat angkut Perum BULOG melalui optimasi rute dan jumlah kendaraan dalam penyaluran raskin divre DKI Jakarta dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) algoritma *Differential Evolution* (DE).

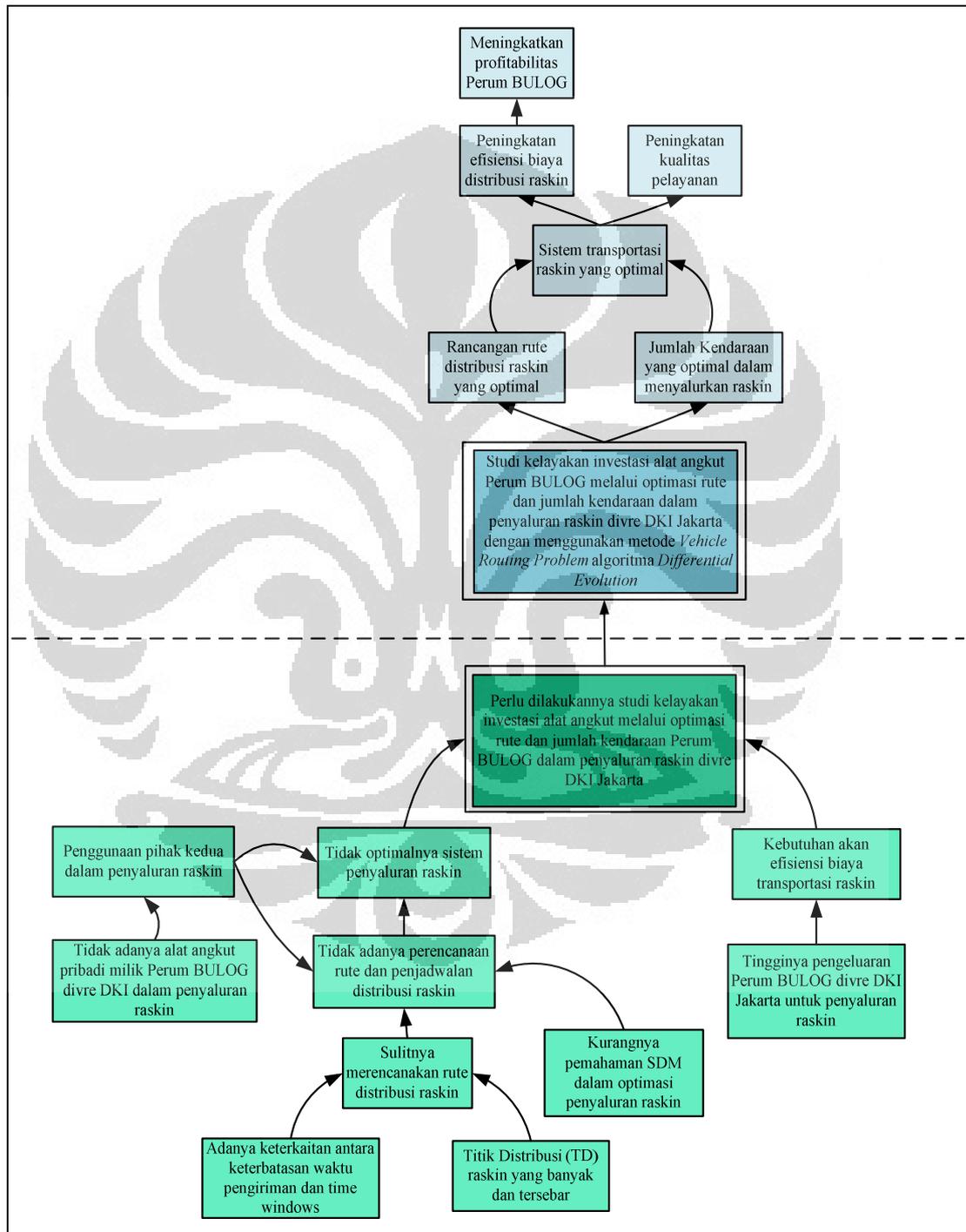
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh suatu rancangan rute distribusi raskin serta mengetahui jumlah kendaraan optimal yang dibutuhkan Perum BULOG Divre DKI Jakarta dalam penyaluran raskin kepada Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat

(RTS-PM) di DKI Jakarta dengan menggunakan *Vehicle Routing Problem* algoritma *Differential Evolution*.

- Memperoleh suatu analisis kelayakan investasi alat angkut bagi Perum BULOG divre DKI Jakarta dalam penyaluran raskin.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

Universitas Indonesia

1.5 Ruang Lingkup Permasalahan

Ruang lingkup dari penelitian ini digunakan agar masalah yang diteliti dapat lebih terarah dan terfokus, sehingga penelitian dapat dilakukan sesuai dengan apa yang direncanakan. Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Perum BULOG divre DKI Jakarta,
2. Perencanaan rute distribusi dilakukan hanya untuk penyaluran raskin pada titik distribusi yang tersebar di seluruh wilayah DKI Jakarta, tidak termasuk Kepulauan Seribu,
3. Data yang diambil adalah data penyaluran raskin DKI Jakarta selama satu bulan, yaitu Desember 2010,
4. VRP yang akan diselesaikan adalah *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows*,
5. Diasumsikan seluruh pagu raskin disalurkan seluruhnya kepada Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM) di seluruh kelurahan wilayah DKI Jakarta, dan
6. Studi kelayakan investasi yang dilakukan hanya mencakup aspek finansial.

1.6 Metodologi Penelitian

Berikut akan dijelaskan mengenai metodologi atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, sebagaimana tergambar pada diagram alir metodologi penelitian pada gambar 1.2.

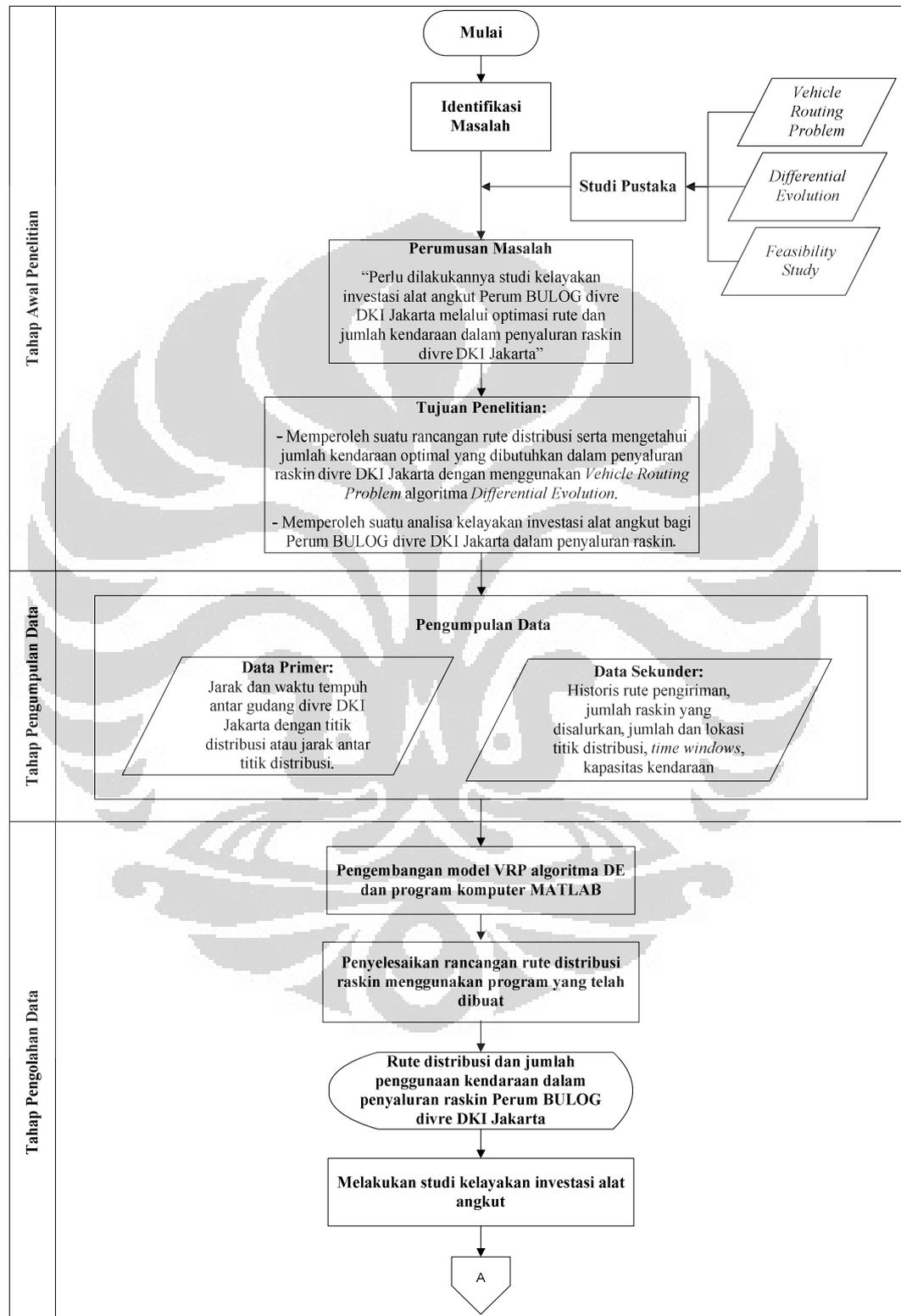
1. Tahap Awal Penelitian

Tahap awal penelitian meliputi kegiatan identifikasi masalah penyaluran raskin yang terdapat pada Perum BULOG divre DKI Jakarta, melakukan studi pustaka dari berbagai sumber mengenai *Vehicle Routing Problem* (VRP), algoritma *Differential Evolution* (DE), dan analisis kelayakan (*feasibility study*) serta melakukan perumusan masalah dan penetapan tujuan yang akan dihasilkan melalui penelitian ini.

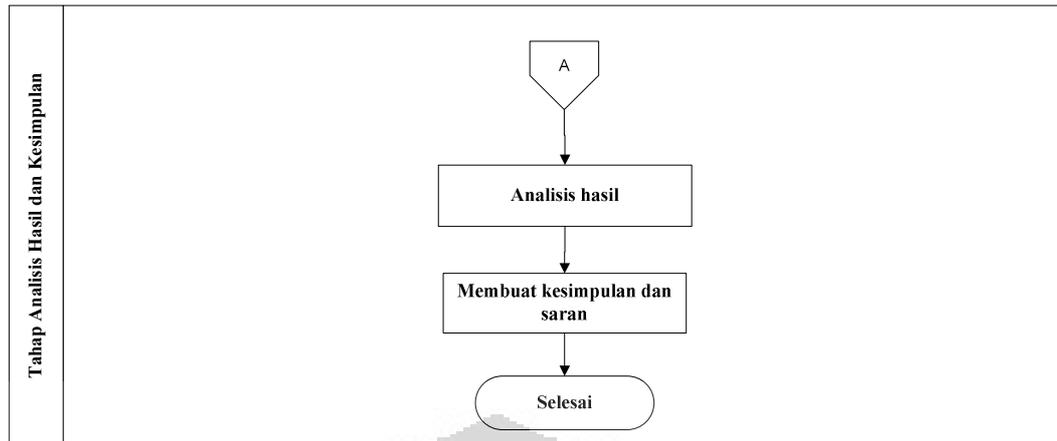
2. Tahap Pengumpulan data

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan dan kemudian dilakukan pengumpulan data-data

tersebut. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini bersumber dari data primer dan data sekunder.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metode Penelitian



Gambar 1.2 Diagram Alir Metode Penelitian (lanjutan)

Data primer yang dibutuhkan adalah data jarak dan waktu tempuh antar gudang divre DKI Jakarta dengan titik distribusi atau jarak antar titik distribusi. Sedangkan, data sekunder yang dibutuhkan meliputi jumlah titik distribusi, lokasi dan permintaan tiap titik distribusi, waktu pelayanan titik distribusi (waktu *loading* dan *unloading*), kendaraan, dan biaya terkait pendistribusian raskin.

3. Tahap Pengolahan data.

Pada tahap ini data yang telah didapatkan kemudian diolah dan digunakan untuk membuat suatu rancangan rute distribusi baru dengan menggunakan *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows* (SDVRPTW) dengan menggunakan algoritma *Differential Evolution*. Perancangan rute distribusi dengan SDVRPTW dilakukan dengan bantuan perangkat lunak MATLAB. *Output* yang diharapkan adalah rute distribusi dan jumlah kendaraan yang digunakan dalam melakukan penyaluran raskin. Berdasarkan hasil yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis kelayakan investasi alat angkut dari aspek finansial bagi Perum BULOG dalam penyaluran raskin divre DKI Jakarta.

4. Tahap Analisis Hasil dan Kesimpulan.

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap studi kelayakan yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Studi kelayakan ini akan menjadi *output* yang akan dijadikan usulan kepada Perum BULOG divre DKI Jakarta. Tahap terakhir

yang dilakukan pada penelitian ini adalah membuat kesimpulan dan saran dari penelitian berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan penelitian ini mengikuti aturan standar baku penulisan tugas akhir mahasiswa. Penulisan tugas akhir ini dibuat dalam lima bab yang memberikan gambaran sistematis sejak awal penelitian hingga tercapainya tujuan penelitian.

Bab pertama merupakan bab pendahuluan sebagai pengantar untuk menjelaskan isi penelitian secara garis besar. Dalam bab ini terdapat uraian mengenai latar belakang masalah, keterkaitan antar masalah, perumusan permasalahan, tujuan dan ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab kedua berisi tentang dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Dasar teori yang akan dibahas adalah VRP, mulai dari definisi dan karakteristik umum, SDVRPTW beserta model matematisnya, serta sekilas mengenai metode atau pendekatan penyelesaian solusi melalui algoritma eksak, heuristik, dan metaheuristik. Kemudian, akan dijelaskan mengenai konsep dasar, tahap pengerjaan, dan prosedur pengerjaan algoritma *Differential Evolution* sebagai salah satu algoritma evolusioner. Selanjutnya, akan dijelaskan beberapa metode yang digunakan sebagai bahan pertimbangan kelayakan investasi dari aspek finansial.

Bab ketiga menjelaskan mengenai pengumpulan data yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara, dan pengumpulan dokumen Perum BULOG divre DKI Jakarta. Pada bab ini, dijelaskan mengenai data-data yang berkenaan dengan aktivitas penyaluran raskin.

Bab keempat berisi tentang pengolahan data dan analisis. Pada bab ini, data yang telah diperoleh kemudian diolah dan digunakan untuk membuat suatu rancangan rute distribusi dengan penerapan SDVRPTW algoritma *Differential Evolution* dan bantuan *software* MATLAB untuk dapat menghasilkan suatu rute pengiriman dan jumlah penggunaan kendaraan. Kemudian, dilakukan analisis

kelayakan investasi dari aspek finansial bagi Perum BULOG divre DKI Jakarta dalam penyaluran raskin. Pada tahap analisis, dilakukan penilaian terhadap kelayakan investasi yang dilakukan terhadap kemungkinan Perum BULOG untuk memiliki alat angkut pribadi.

Bab terakhir merupakan bab kesimpulan dan saran. Pada bab kelima ini, disimpulkan seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan ini merupakan jawaban dari tujuan penelitian. Selain itu, pada bab ini juga menyampaikan saran yang diharapkan akan bermanfaat bagi penelitian selanjutnya sebagai pertimbangan dalam penyaluran raskin divre DKI Jakarta.



BAB 2

LANDASAN TEORI

Logistik merupakan bagian dari *supply chain management* yang mengatur aliran produk dan jasa mulai dari titik asal ke titik tujuan dalam upaya mencapai kepuasan pelanggan. Logistik berpengaruh terhadap biaya dan keputusan perusahaan, yang akhirnya akan mempengaruhi *service level* kepada setiap konsumen. Tujuan akhir yang ingin dicapai melalui manajemen logistik adalah mendapatkan sejumlah barang atau jasa yang tepat pada tempat dan waktu yang tepat, serta kondisi yang diinginkan dengan memberikan kontribusi terbesar bagi perusahaan (Ballou, 2004).

Pendekatan manajemen logistik terpadu dimulai dari pendekatan distribusi fisik (*physical distribution*), pendekatan pengadaan fisik (*physical supply*), dan pendekatan bisnis logistik (*business logistic*). Pendekatan distribusi fisik memfokuskan pada pengelolaan aliran barang atau produk jadi dari perusahaan menuju konsumen. Pendekatan pengadaan fisik, lebih dikenal dengan manajemen material (*material management*), memfokuskan pengelolaan pada aktivitas pengadaan bahan baku dari pemasok sampai rantai produksi perusahaan. Pendekatan bisnis logistik mencakup dua pendekatan sebelumnya, yaitu *material management* dan *physical distribution*. Bisnis logistik adalah suatu pendekatan menyeluruh dari semua kegiatan yang terlibat dalam pengadaan fisik, perpindahan dan penyimpanan bahan baku, barang setengah jadi, dan barang jadi yang berasal dari titik asal ke titik penggunaan atau konsumsi (La Londe, 1994).

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori yang digunakan dalam penelitian yang erat kaitannya dengan aktivitas perusahaan dalam melakukan kegiatan distribusi fisik (*physical distribution*), yaitu penentuan rute terbaik. *Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan metode yang dapat digunakan dalam penentuan rute terbaik. Pembahasan mengenai *Vehicle Routing Problem* akan meliputi penjelasan mengenai definisi dan karakteristik VRP dan *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows* (SDVRPTW) serta teknik pencarian solusi melalui algoritma eksak, heuristik, dan metaheuristik. Pembahasan mengenai teknik pencarian solusi juga akan membahas lebih lanjut mengenai

algoritma *Differential Evolution* (DE). Selain membahas mengenai landasan teori yang berkaitan dengan metode VRP algoritma DE, bab ini juga akan membahas mengenai metode-metode yang biasa digunakan dalam penilaian aspek financial suatu gagasan investasi.

2.1 *Vehicle Routing Problem*

2.1.1 Definisi dan Karakteristik

Biaya transportasi berkontribusi besar pada biaya total logistik. Umumnya, biaya transportasi berkisar antara 1/3 sampai 2/3 dari biaya total logistik (Ballou, 2004). Oleh karena itu, suatu peningkatan efisiensi melalui optimalisasi utilisasi alat transportasi dan personelnnya menjadi perhatian penting. Penentuan rute terbaik yang harus ditempuh oleh kendaraan melalui jaringan jalan akan memberikan pengurangan waktu dan jarak tempuh sering diambil sebagai suatu keputusan masalah transportasi. Usaha penentuan rute terbaik dilakukan untuk mereduksi biaya transportasi dan juga untuk digunakan untuk meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan.

Terdapat beberapa macam variasi masalah penentuan rute pengiriman. Namun, kita dapat mereduksinya menjadi tiga tipe, yaitu penentuan rute dimana titik awal dan titik akhir distribusi berbeda, penentuan rute dimana titik awal dan titik akhir distribusi lebih dari satu, dan penentuan rute dimana titik awal distribusi juga menjadi titik akhir distribusi (Ballou, 2004). Untuk penentuan rute dimana titik awal dan titik distribusi yang sama, masalah ini lebih dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) atau dapat juga disebut dengan *Vehicle Sceduling Problem*.

VRP berhubungan dengan distribusi produk atau barang jadi antara depot dengan konsumen. VRP pertama kali diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959. VRP memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam optimasi kombinasi yang dipelajari secara luas. Model dan algoritma VRP tidak hanya efektif digunakan untuk pengiriman dan pengambilan barang, tetapi juga efektif untuk diaplikasikan dalam permasalahan sistem transportasi sehari-hari, misalnya untuk pengumpulan sampah, pembersihan jalan, perencanaan rute bis sekolah, rute untuk penjual

keliling (Toth dan Vigo, 2002), pengiriman surat kabar harian (Ballou, 2004), dan lainnya.

VRP merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, sekelompok konsumen dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi pada satu atau lebih depot yang dijalankan oleh sekelompok pengendara dengan menggunakan jaringan jalan (*road network*) yang sesuai. Toth dan Vigo (2002) mendefinisikan VRP sebagai suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, dimana masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada dan juga meminimalisasi biaya transportasi global. Berikut terdapat empat tujuan umum VRP (Toth dan Vigo, 2002).

1. Meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan,
2. Meminimumkan jumlah kendaraan atau pengemudi yang dibutuhkan untuk melayani permintaan semua konsumen,
3. Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan, dan
4. Meminimumkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti ketidaksanggupan melayani konsumen secara penuh ataupun keterlambatan pengiriman.

Berikut ini karakteristik utama VRP berdasarkan komponen-komponennya (Toth dan Vigo, 2002).

1. Jaringan jalan

Jaringan jalan digunakan sebagai jalur transportasi barang yang biasanya direpresentasikan dalam sebuah *graph* (diagram). Jaringan jalan terdiri dari *arc* (lengkung) yang menggambarkan bagian-bagian jalan dan *vertex* (titik) yang menggambarkan lokasi konsumen dan depot. Tiap lengkung diasosiasikan dengan biaya (jarak) dan waktu perjalanan.

2. Konsumen

Konsumen direpresentasikan dengan *vertex* (titik) dan memiliki karakteristik sebagai berikut.

- Lokasi konsumen ditandai oleh titik,
- Jumlah permintaan barang yang harus dikirim ataupun diambil dapat berbeda jenis,
- Periode pelayanan dimana konsumen dapat dilayani (*time windows*), di luar rentang waktu tersebut konsumen tidak dapat menerima pengiriman maupun pengambilan,
- Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan atau memuat barang (*loading/unloading time*) pada lokasi konsumen, biasanya tergantung dari jenis kendaraan,
- Pengelompokan (*subset*) kendaraan yang tersedia untuk melayani konsumen (sehubungan dengan keterbatasan akses atau persyaratan pemuatan dan penurunan barang), dan
- Prioritas atau pinalti sehubungan dengan kemampuan kendaraan untuk melayani permintaan.

3. Depot

Depot juga ditandai dengan suatu titik yang merupakan ujung awal dan akhir dari suatu rute kendaraan. Tiap depot memiliki sejumlah kendaraan dengan jenis dan kapasitas tertentu yang dapat digunakan untuk mendistribusikan produk sesuai dengan permintaan konsumen.

4. Alat angkut/kendaraan

Alat angkut digunakan untuk memindahkan barang dimana memiliki komposisi dan ukuran yang dapat ditentukan berdasarkan permintaan dari konsumen. Alat angkut memiliki karakteristik, diantaranya:

- Depot merupakan asal keberangkatan kendaraan dan memiliki kemungkinan untuk mengakhiri rutenya di depot lain,
- Kapasitas kendaraan dapat berupa satuan berat, volume, atau jumlah palet yang dapat diangkut,
- Alat angkut memiliki kemungkinan untuk dipisah menjadi beberapa kompartemen untuk mengangkut barang dengan jenis yang berbeda-beda,
- Alat angkut memungkinkan memiliki alat bantu yang tersedia untuk pemuatan atau penurunan barang,

- Pengelompokan (*subset*) lintasan/lengkung dari diagram jaringan jalan, dan
- Biaya yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan tersebut (unit per jarak, unit per waktu, unit per rute, dan lainnya).

5. Pengemudi

Pengemudi harus memenuhi beberapa kendala, seperti jam kerja harian, jumlah dan jam istirahat, durasi maksimum perjalanan, serta waktu lembur yang biasanya juga dikenakan pada kendaraan yang digunakan.

Dalam membuat konstruksi rute, terdapat beberapa kendala yang harus dipenuhi, seperti jenis barang yang diangkut, kualitas dari pelayanan, juga karakteristik konsumen dan kendaraan. Beberapa kendala operasional yang sering ditemui (Toth dan Vigo, 2002), diantaranya:

1. Pada tiap rute, besar muatan yang diangkut oleh kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan tersebut,
2. Konsumen yang dilayani dalam sebuah rute dapat hanya merupakan pengiriman atau pengambilan, atau mungkin keduanya,
3. Konsumen mungkin hanya dapat dilayani dalam rentang waktu tertentu (*time windows*) dan jam kerja dari pengemudi kendaraan yang melayaninya, dan
4. Kendala prioritas juga mungkin akan timbul ketika suatu konsumen harus dilayani sebelum konsumen lain. Kendala seperti ini biasanya terdapat pada kasus *VRP with pickup and delivery* dimana pengambilan dan pengiriman dalam satu rute atau *VRP with backhauls* dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah semua pengiriman selesai dikarenakan kesulitan dalam mengatur peletakan muatan.

Menurut Toth dan Vigo (2002) ditemukan beberapa kelas atau variasi permasalahan utama dalam VRP, yaitu:

1. *Capacitated VRP (CVRP)*, merupakan kelas VRP yang paling sederhana dan yang paling banyak dipelajari dimana kendala yang ada hanya berupa kapasitas kendaraan yang terbatas,
2. *Distance Constrained VRP (DCVRP)*, merupakan VRP dengan kendala batasan panjang rute,

3. VRP *with Time Windows* (VRPTW), yaitu kasus VRP dimana setiap konsumen memiliki batasan rentang waktu pelayanan,
4. VRP *with Pick up and Delivery* (VRPPD), merupakan VRP dengan pelayanan campuran, yaitu pengiriman dan pengambilan barang dalam satu rute,
5. VRP *with Backhauls* (VRPB), dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah semua pengiriman selesai,
6. *Split Delivery* VRP (SDVRP), dimana konsumen dilayani dengan menggunakan kendaraan yang berbeda-beda,
7. VRP *with Multiple Depot* (MDVRP), dimana vendor menggunakan banyak depot untuk mengirimi konsumen, dan
8. *Periodic* VRP, dimana pengiriman dilakukan dalam periode waktu tertentu.

2.1.2 *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows* (SDVRPTW)

Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) merupakan perluasan dari VRP, dimana pengiriman kepada setiap pelanggan harus dalam rentang waktu yang ada. Setiap kendaraan yang bertugas pada VRPTW hanya dapat keluar dari depot pada jam kerja depot dan melayani pelanggan pada jangka waktu tertentu (*time windows*) yang ditentukan oleh pelanggan dan tiap kendaraan juga harus kembali lagi ke depot sebelum jam kerja depot berakhir. Tujuan dari VRPTW adalah menentukan sejumlah rute untuk melayani seluruh pelanggan sehingga menghasilkan jarak tempuh terpendek dan juga mengasihkan biaya transportasi terkecil tanpa melanggar batasan kapasitas dan waktu tempuh kendaraan serta batasan waktu yang diberikan oleh pihak pelanggan.

Pada sejumlah kasus VRPTW, terdapat *time windows* yang bersifat lunak (*soft*) dan *time windows* yang bersifat keras (*hard*). Pada kasus *time windows soft*, penalti keterlambatan ikut dimasukkan ke dalam fungsi tujuan sebagai penalti keterlambatan. Untuk *time windows hard*, keterlambatan sama sekali tidak diperbolehkan dan sebaliknya, jika kendaraan datang lebih cepat maka kendaraan diharuskan menunggu sampai waktu pelayanan yang ditetapkan pelanggan (Toth dan Vigo, 2002).

Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP) diperkenalkan oleh Dror dan Trudeau pada tahun 1989. Mereka menunjukkan bagaimana pengiriman *split* dapat melakukan penghematan, baik dalam total jarak yang ditempuh maupun jumlah kendaraan digunakan. SDVRP juga merupakan perluasan dari VRP, dimana pengiriman kepada setiap pelanggan menggunakan beberapa kendaraan dan setiap pelanggan diperbolehkan untuk dikunjungi lebih dari satu kali kedatangan kendaraan dan *demand* untuk setiap pelanggan dapat melebihi kapasitas kendaraan, dimana keadaan ini tidak diperbolehkan pada masalah VRP klasik. Terdapat sebuah depot untuk titik awal dan titik akhir keberangkatan kendaraan, tetapi tidak ada batasan jumlah kendaraan yang digunakan pada SDVRP. Tujuan SDVRP adalah mencari rute kendaraan yang dapat melayani seluruh pelanggan dimana setiap perjalanan yang dilakukan tidak melebihi kapasitas angkut kendaraan dan juga dapat meminimumkan jarak tempuh pengiriman (Archetti, 2006).

SDVRPTW adalah gabungan dari dua jenis VRP di atas, VRPTW dan SDVRP, dimana kendaraan ditempatkan pada sebuah depot dan sejumlah pelanggan memiliki *demand* yang harus dipenuhi melalui sejumlah rute dengan beberapa kendaraan yang berawal dan berakhir di depot dalam *time windows* yang ada. Terkadang terdapat pelanggan yang harus dikunjungi lebih dari satu kendaraan. Kondisi ini dapat diselesaikan dengan cara membagi *demand* menjadi beberapa bagian, sehingga pelanggan dilayani lebih dari satu kendaraan. Tujuan dari SDVRPTW terdiri dari meminimalkan jumlah kendaraan dan meminimalkan total jarak yang ditempuh.

2.1.2.1 Model Matematis SDVRPTW

Dalam bagian ini akan dijelaskan model matematis dari *Split Delivery VRP with Time Windows*.

Pelanggan: Pelanggan dinotasikan dengan C , dimana $C = \{1, 2, \dots, N\}$ yang terdapat pada N lokasi yang berbeda. Depot dinotasikan dengan 0. Jadi, jumlah lokasi dalam masalah ini adalah $N = C \cup \{0\}$. Setiap pasang lokasi (i, j) , dimana $i, j \in N$ dan $i \neq j$, diasosiasikan sebagai jarak tempuh antara titik i ke titik j

adalah c_{ij} , dan waktu tempuk dari titik i ke titik j adalah t_{ij} . Setiap pelanggan $i \in C$ memiliki demand $w_i > 0$.

Kendaraan: Terdapat sejumlah kendaraan V dengan kapasitas m .

Time Windows: Setiap pelanggan $i \in C$ memiliki *time windows* dengan interval $[a_i, b_i]$, dimana a_i adalah waktu tercepat dan b_i adalah waktu terlama untuk melakukan pelayanan kepada pelanggan i . Kendaraan diizinkan untuk datang lebih cepat dari a_i , tetapi tidak dapat melakukan pelayanan hingga *time windows* yang ada sehingga diharuskan menunggu dan tidak diizinkan lebih lama dari b_i . Depot juga memiliki *time windows* $[a_0, b_0]$ yang menunjukkan bahwa kendaraan tidak boleh lebih cepat meninggalkan depot dari a_0 dan tidak boleh lebih lambat kembali ke depot pada b_0 .

Split Delivery: Demand dari setiap pelanggan harus dipenuhi dan dapat menggunakan lebih dari satu unit kendaraan. Kondisi ini terjadi jika demand pelanggan melebihi kapasitas kendaraan.

Untuk setiap rute (i, j) , dimana $i, j \in N$, $i \neq j$ dengan pengecualian $i = j = 0$, dan untuk setiap kendaraan k , definisikan x_{ijk} bernilai 1 jika kendaraan k melakukan perjalanan dari pelanggan i ke pelanggan j dan bernilai 0 untuk keadaan sebaliknya. Variabel f_{ik} didefinisikan untuk setiap pelanggan i dan setiap kendaraan k menunjukkan pembagian demand untuk pelanggan i yang dikirimkan oleh kendaraan k . Variabel akhir adalah s_{ik} yang menunjukkan waktu kendaraan k untuk melakukan pelayanan pada pelanggan i , diasumsikan $s_{0k} = a_0$ untuk semua kendaraan k .

Model matematis untuk SDVRPTW (Sin C. Ho dan Dag Haugland, 2002) adalah sebagai berikut:

$$\text{Fungsi tujuan} = \min z \sum_{k \in V} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} x_{ijk} c_{ij} \quad (2.1)$$

Kendala:

1. Kendala (2.2) menunjukkan bahwa pasti terdapat kendaraan yang keluar depot.

$$\sum_{j \in V} x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in V \quad (2.2)$$

2. Kendala (2.3) menunjukkan bahwa tiap kendaraan yang masuk dan keluar dari konsumen adalah sama.

$$\sum_{i \in N} x_{ihk} - \sum_{j \in N} x_{hjk} = 0 \quad \forall h \in C, \forall k \in V \quad (2.3)$$

3. Kendala (2.4) menunjukkan bahwa pelanggan i menerima *demand* secara utuh.

$$\sum_{k \in V} f_{ik} = 1 \quad \forall i \in C \quad (2.4)$$

4. Kendala (2.5) menunjukkan bahwa kendaraan yang digunakan tidak dapat mengangkut lebih dari kapasitas kendaraan

$$\sum_{i \in C} w_i f_{ik} \leq m \quad \forall k \in V \quad (2.5)$$

5. Kendala (2.6) menunjukkan bahwa pelanggan i hanya dapat dilayani oleh kendaraan k yang melalui pelanggan i .

$$\sum_{j \in N} x_{ijk} \geq f_{ik} \quad \forall i \in C, \forall k \in V \quad (2.6)$$

6. Kendala (2.7) menunjukkan bahwa kendaraan k tidak dapat ke pelanggan j sebelum selesai di titik sebelumnya, $K_{ij} = b_i + t_{ij} - a_j$

$$s_{ik} + t_{ij} - K_{ij} (1 - x_{ijk}) \leq s_{jk} \quad \forall j \in C, \forall i \in N, \forall k \in V \quad (2.7)$$

7. Kendala (2.8) menunjukkan bahwa setiap pelanggan dilayani dalam *time windows*.

$$a_i \leq s_{ik} \leq b_i \quad \forall i \in N, \forall k \in V \quad (2.8)$$

8. Kendala (2.9) menunjukkan bahwa setiap kendaraan dipaksa untuk sampai depot sebelum *time windows* tutup.

$$s_{ik} + t_{i0} - K_{i0} (1 - x_{i0k}) \leq b_0 \quad \forall i \in C, \forall k \in V \quad (2.9)$$

9. Kendala (2.10) menunjukkan fraksi pembagian *demand* pelanggan i oleh kendaraan k .

$$f_{ik} \geq 0 \quad \forall i \in C, \forall k \in V \quad (2.10)$$

10. Kendala (2.11) menunjukkan bahwa pelayanan dimulai sesuai sengan *time windows* buka.

$$s_{0k} = a_0 \quad \forall k \in V \quad (2.11)$$

11. Kendala (2.12) menunjukkan bahwa pengiriman tidak dilakukan jika $i = j$.

$$x_{iik} = 0 \quad \forall i \in C, \forall k \in V \quad (2.12)$$

12. Kendala (2.13) menunjukkan bahwa variable keputusan bernilai 1 atau 0.

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N, \forall k \in V \quad (2.13)$$

Keterangan:

V = Jumlah kendaraan

w_i = permintaan di titik i

N = Jumlah lokasi

m_k = kapasitas kendaraan k

C = Jumlah pelanggan

t_i = waktu sampai di titik i

C_i = pelanggan ke- i

a_i = *earliest arrival time* di titik i

C_0 = depot

b_i = *latest arrival time* di titik i

c_{ij} = jarak dari titik i ke titik j

s_i = *service time* di titik i

t_{ij} = waktu tempuh titik i ke titik j

f_{ik} = fraksi *demand* pelanggan i kendaraan k

2.2 Metode Penyelesaian VRP

Penyelesaian masalah VRP akan semakin kompleks dengan bertambahnya kendala terhadap kasus yang harus diselesaikan. Kendala tersebut dapat berupa batasan waktu (*time windows*), *demand*, jenis dan kapasitas kendaraan yang berbeda, batas maksimum jam kerja operator kendaraan, hambatan perjalanan, dan sebagainya. Secara umum, VRP dapat diselesaikan dengan menggunakan dua jenis pendekatan, yaitu pendekatan eksak dan pendekatan heuristik (Toth dan Vigo, 2002). Penyelesaian melalui pendekatan

heuristik dalam VRP dapat dibagi menjadi dua, yaitu pendekatan heuristik klasik dan pendekatan heuristik modern (metaheuristik).

2.2.1 Pendekatan Eksak

Penyelesaian solusi VRP melalui pendekatan eksak dilakukan dengan menghitung setiap solusi yang mungkin sampai ditemukan solusi terbaik. Terdapat beberapa algoritma eksak utama penyelesaian VRP, yaitu *Branch and Bound*, *Branch and Cut*, dan *Set Covering Based*. Penyelesaian solusi VRP melalui pendekatan eksak secara umum akan menghabiskan waktu yang lama. Hal tersebut dikarenakan VRP termasuk dalam permasalahan NP-hard (*Non Polynomial-hard*), kompleksitas penyelesaian permasalahan akan meningkat secara eksponensial dengan semakin rumitnya permasalahan. Hingga saat ini, belum ada algoritma eksak yang mampu menyelesaikan kasus-kasus yang terdiri lebih dari lima puluh konsumen secara konsisten (Toth dan Vigo, 2002). Oleh karena itu, dilakukan berbagai penelitian terhadap algoritma heuristik untuk menyederhanakan penyelesaian VRP.

2.2.2 Pendekatan Heuristik Klasik

Pendekatan heuristik klasik memberikan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dan dengan kualitas dan waktu penyelesaian yang lebih cepat daripada solusi eksak. Pendekatan heuristik tidak terlalu mengeksplorasi ruang pencarian solusi dan biasanya menghasilkan solusi dengan kualitas yang cukup baik dengan waktu perhitungan yang singkat. Beberapa contoh algoritma heuristik klasik adalah *saving*, *sweep*, *two phase*, dan lain-lain.

Berdasarkan kualitas solusi yang diperoleh melalui pendekatan heuristik klasik berdasarkan konstruksi sederhana dan teknik perbaikan lokal tidak dapat menandingi implementasi metode heuristik modern. Namun, kesederhanaan dalam penggunaannya membuat algoritma heuristik klasik, seperti *Sweep* dan *Saving Algorithm*, tetap menjadi metode yang populer dan banyak digunakan sebagai dasar dalam perangkat lunak komersil.

2.2.3 Pendekatan Heuristik Modern/Metaheuristik

Pendekatan heuristik modern, lebih dikenal dengan metaheuristik, adalah prosedur pencarian solusi umum untuk melakukan eksplorasi yang lebih dalam pada daerah yang menjanjikan dari ruang solusi yang ada (Dreo, Petrowsky dan Taillard, 2006). Perbedaannya dengan heuristik klasik adalah diperbolehkannya perusakan solusi atau penurunan fungsi tujuan. Pendekatan metaheuristik memecahkan masalah dengan melakukan perbaikan mulai dengan satu atau lebih solusi awal. Solusi awal ini bisa dihasilkan melalui dua cara, yaitu diperoleh melalui pendekatan heuristik ataupun diperoleh secara acak. Kualitas solusi yang dihasilkan dari metode ini jauh lebih baik daripada heuristik klasik. Beberapa contoh metaheuristik adalah *Genetic Algorithm*, *Simulated Annealing*, *Tabu Search*, *Ant Colony System*, *Differential Evolution*, dan lain-lain. Metaheuristik secara konsisten mampu menghasilkan solusi yang berkualitas tinggi jika dibandingkan dengan heuristik klasik, meskipun lebih memakan waktu yang lebih lama.

Prinsip dasar algoritma metaheuristik adalah pencarian lokal dan pencarian populasi. Dalam metode pencarian lokal, eksplorasi yang intensif dilakukan terhadap ruang solusi dengan berpindah dari satu solusi ke solusi tetangga lainnya yang potensial dalam satu lingkungan (*neighbourhood*). Algoritmanya biasa dimulai dengan solusi awal x_1 dan berpindah pada tiap iterasi t dari solusi x_t ke solusi x_{t+1} dalam satu lingkungan $N(x_t)$ dari x_t , hingga persyaratan tertentu dicapai. Jika fungsi tujuan $f(x)$ menandakan biaya dari x , maka $f(x_{t+1})$ tidak selalu lebih kecil dari $f(x_t)$. Oleh karenanya, dibutuhkan kehati-hatian untuk menghindari perputaran (*cycling*) pada iterasi.

2.3 Algoritma *Differential Evolution*

2.3.1 Konsep Dasar

Dalam bidang matematika dan komputasi, algoritma merupakan kumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu masalah. Masalah tersebut dapat berupa apa saja dengan catatan ada kriteria kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum menjalankan algoritma untuk setiap masalah. Perintah-perintah algoritma ini dapat diterjemahkan secara bertahap dari awal hingga akhir. Algoritma sering

mempunyai langkah pengulangan (iterasi) atau memerlukan keputusan (logika boolean dan perbandingan) sampai tugasnya selesai. Algoritma memiliki banyak kegunaan, dimana salah satu kegunaannya adalah untuk permasalahan optimasi. Algoritma jenis ini biasa disebut dengan algoritma optimasi.

Algoritma banyak digunakan dalam pemecahan masalah optimasi karena permasalahan yang timbul dalam dunia nyata memiliki permasalahan yang sulit dan hampir tidak mungkin dikerjakan dengan menggunakan teknik optimasi konvensional yang dikerjakan secara manual. Misalnya, permasalahan optimasi yang ada memiliki jumlah variabel yang sangat besar hingga mencapai ratusan, memiliki fungsi-fungsi, baik kendala maupun tujuan, yang bersifat non-linier sehingga memiliki banyak optimal lokal atau fungsi yang non-kontinu.

Pada tahun 1995, Storn dan Price menawarkan suatu terobosan baru, yaitu algoritma *Differential Evolution* (DE) yang dikembangkan menjadi fungsi optimasi yang handal dan serba guna untuk berbagai masalah optimasi. DE merupakan algoritma yang masuk ke dalam kelompok *Evolutionary Algorithm* (EA). Sama seperti EA yang lainnya, *Genetic Algorithm* (GA), *Evolution Strategy*, *Learning Classifier System*, dan lainnya, DE memiliki konsep yang terinspirasi dari teori evolusi biologi, dimana di dalamnya terdapat reproduksi, mutasi, rekombinasi, dan seleksi. Perbedaan utama antara DE dan GA adalah pada skema mutasi DE yang *self adaptive* dan pada proses seleksi, semua solusi pada DE memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih sebagai *parent* (Kaboga, 2004).

DE memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode optimasi klasik, yaitu strukturnya yang sederhana, mudah diimplementasikan, cepat dalam mencapai tujuan, dan bersifat tangguh (Price, 2005). Karaboga (2004) juga menambahkan keunggulan DE dibandingkan dengan GA, yaitu kemampuan untuk menemukan minimum global sebenarnya terlepas dari nilai parameter awal, cepat mencapai keadaan konvergen (nilai dari fungsi objektif yang optimal tidak lagi berubah), dan sedikit menggunakan parameter kontrol. Pada tahun 1997, Storn dan Price juga telah membuktikan bahwa DE lebih akurat dan lebih efisien dibandingkan *Simulated Annealing* dan *Genetic Algorithm*. Ali dan Torn (2004) menjelaskan bahwa DE lebih efisien dibandingkan *controlled random search* dan

Genetic Algorithm lainnya. Lampinen and Storn (2004) mendemonstrasikan bahwa DE lebih akurat dibandingkan dengan beberapa metode optimasi lain.

Mirip dengan *Evolutionary Algorithm* lainnya, DE menggunakan vektor-vektor yang merepresentasikan kandidat-kandidat penyelesaian dimana teknik pencariannya dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang disebut dengan populasi. Populasi awal (generasi ke nol, $g = 0$) dibentuk dengan membangkitkan bilangan acak ataupun melalui metode heuristik. Populasi berikutnya merupakan hasil evolusi dari vektor-vektor yang telah melalui tahap reproduksi, mutasi, rekombinasi, dan seleksi melalui iterasi. Setiap individu didefinisikan sebagai vektor berdimensi-D dimana vektor-vektor tersebut dilambangkan sebagai $x_{i,g}$ yang merupakan anggota populasi pada generasi ke- g . Populasi dinotasikan sebagai P_x yang terdiri atas vektor-vektor tersebut yang berdimensi N_p , dimana N_p merupakan ukuran populasi. Oleh karena itu, populasi dan vektor yang menjadi calon-calon penyelesaian dapat dilambangkan ke dalam bentuk umum seperti berikut.

$$\begin{aligned} P_{x,g} &= (x_{i,g}), i = 0, 1, \dots, N_p-1, g = 0, 1, \dots, g_{\max} \\ x_{i,g} &= (x_{j,i,g}), j = 0, 1, \dots, D-1 \end{aligned} \quad (2.14)$$

Pada setiap generasi, tiap individu calon penyelesaian akan melewati proses evaluasi dimana individu-individu tersebut akan membentuk vektor target dan dihitung fungsi objektifnya atau seringkali disebut sebagai *fitness function*. Selain itu, individu-individu tersebut akan dilakukan proses mutasi dan pindah silang (*crossover*) agar dapat membentuk vektor *trial* yang digunakan untuk membentuk populasi anak sebagai populasi pada generasi selanjutnya. Populasi generasi selanjutnya akan dibentuk dengan cara membandingkan fungsi objektif dari vektor induk dan anak (vektor *trial*) dimana individu dengan nilai fungsi objektif yang terbaik akan lolos ke generasi selanjutnya. Proses tersebut akan terus diulang hingga kriteria terminasi terpenuhi.

2.3.2 Tahapan *Differential Evolution*

Dalam proses pencarian solusi, *Differential Evolution* (DE) akan melalui tahapan-tahapan berupa inisialisasi, mutasi, pindah silang, seleksi, dan terminasi.

Secara garis besar, berikut ini adalah algoritma yang digunakan dalam DE (Karaboga, 2004).

Initialization
Evaluation
Repeat
 Mutation
 Recombination
 Evaluation
 Selection
Until (*termination criteria are met*)

2.3.2.1 Inisialisasi

Tahapan inisialisasi merupakan penetapan parameter kontrol dan populasi awal ($g = 0$). Tujuan penetapan parameter kontrol adalah untuk menemukan solusi yang dapat diterima melalui sejumlah evaluasi fungsi dan nantinya akan berdampak pada performa DE (efektifitas, efisiensi, dan ketangguhan). DE memiliki parameter kontrol yang tidak banyak, dimana hal ini merupakan salah satu keunggulan DE dibandingkan algoritma optimasi lainnya. Parameter kontrol pada DE diantaranya adalah ukuran populasi (N_p), parameter kontrol mutasi (F), dan parameter kontrol pindah silang (Cr).

1. Ukuran populasi (N_p)

Ukuran populasi merupakan jumlah calon-calon solusi dalam satu generasi yang nilainya tetap selama proses pencarian. Populasi awal berisikan individu sejumlah N_p yang diinisialisasikan merupakan populasi solusi awal yang dapat diperoleh dari metode heuristik maupun diperoleh dengan pengambilan sampel secara acak. Nilai khas N_p ini sekitar 5-10 kali D , dimana D merupakan ukuran dimensi (Price, 2005). Dimensi merupakan input parameter yang nilainya akan berubah-ubah selama proses pencarian solusi. Nilai N_p sekitar 5-10 kali D bertujuan untuk memastikan DE memunyai vektor yang cukup untuk bekerja. Namun, jika proses pencarian mengalami hambatan, nilai dari N_p dapat dinaikkan.

2. Parameter kontrol mutasi (F)

Parameter kontrol mutasi merupakan parameter kontrol bernilai bilangan asli positif yang berfungsi dalam mengendalikan tingkat evolusi dari populasi. Nilai F berada pada kisaran $[0,2]$, tetapi sangat jarang digunakan nilai F lebih

besar dari 1. Nilai efektif F umumnya berada pada kisaran $[0.4, 1]$. Nilai F lebih besar dari 1 akan menyebabkan DE mencari solusi di luar daerah layak dan sebaliknya, nilai F yang lebih kecil dari 0.4 juga tidak efektif karena akan membawa vektor mutasi yang mendekati vektor target.

3. Parameter kontrol pindah silang (Cr)

Parameter kontrol pindah silang merupakan parameter yang digunakan dalam penentu pewarisan gen yang dimiliki oleh vektor target dan vektor mutasi dalam pembentukan vektor *trial* dengan cara membandingkannya dengan bilangan acak yang dibangkitkan pada proses pindah silang. Dengan kata lain Cr mengendalikan operasi pindah silang. Nilai dari Cr ini berkisar pada antara $[0, 1]$. DE lebih sensitif terhadap pemilihan F daripada pemilihan Cr . Cr berperan sebagai *fine tuning element* (elemen penentuan), pada saat operasi pindah silang. Nilai Cr yang tinggi, misal $Cr = 1$, mempercepat terjadinya konvergensi. Terkadang, untuk beberapa permasalahan, nilai Cr perlu diturunkan supaya DE lebih *robust* (tangguh). Cr untuk DE yang menggunakan pindah silang binomial (misalnya tipe DE/rand/1/bin) biasanya lebih tinggi daripada untuk DE yang menggunakan pindah silang eksponensial (misalnya DE/rand/1/exp). Umumnya N_p tidak berubah selama pencarian. Namun, jika pencarian mengalami kondisi *stuck*, dapat diatasi dengan menaikkan N_p atau F .

Setelah menentukan parameter kontrol, dilakukan evaluasi dari populasi awal yang terbentuk. Solusi awal ditentukan dengan menggunakan pendekatan SPV (*Smallest Position Value*), yaitu mengurutkan nilai mulai dari bilangan paling kecil hingga paling besar dari populasi yang ada. Kemudian, dilakukan evaluasi dengan cara menghitung nilai fungsi objektif. Evaluasi ini dilakukan sebagai ukuran dalam menentukan karakteristik dari vektor pada generasi selanjutnya.

2.3.2.2 Mutasi

Setelah melakukan inisialisasi, proses selanjutnya adalah proses mutasi. Mutasi adalah proses pertukaran sejumlah gen dalam satu individu dengan menukar nilai karakter pada gen-gen tersebut dengan kebalikannya. Mutasi dilakukan untuk menjaga agar tidak terciptanya konvergensi prematur (solusi

yang tidak optimal). Proses mutasi menciptakan populasi generasi berikutnya dengan menggunakan populasi generasi sebelumnya. Mutasi merupakan proses untuk membentuk vektor mutan ($v_{i,g}$) yang diperoleh dari mengalikan selisih dari dua vektor pada generasi sekarang ($x_{r_i,g}$) yang dipilih secara acak dengan dikalikan parameter kontrol mutasi (F) lalu dijumlahkan dengan vektor yang ketiga ($x_{r_i,g}$) yang juga dipilih secara acak. Oleh karena itu, ukuran populasi minimal adalah empat. Rumus dari proses mutasi ini adalah sebagai berikut.

$$v_{i,g} = x_{1,g} + F * (x_{2,g} - x_{3,g}) \quad (2.15)$$

Dimana, F = Parameter kontrol mutasi
 $v_{i,g}$ = Vektor mutan i generasi ke- g
 $x_{r1,g}, x_{r2,g}, x_{r3,g}$ = Vektor random i generasi ke- g
 $r1 \neq r2 \neq r3 \neq i; r1, r2$ dan $r3 \in \{1, \dots, Np\}$

2.3.2.3 Pindah Silang

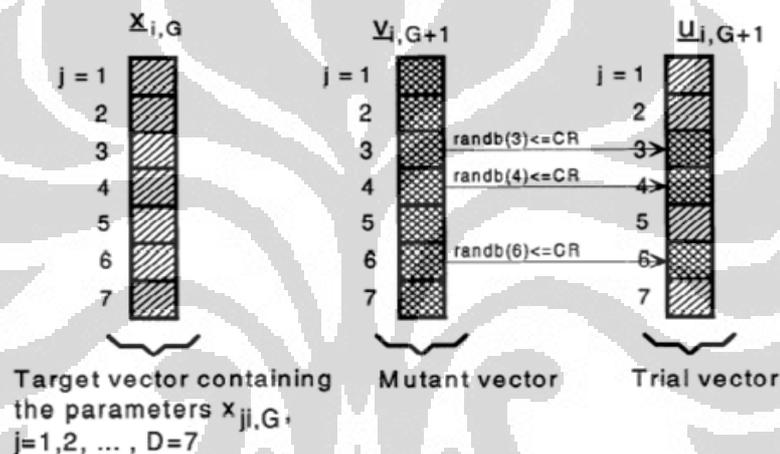
Untuk melengkapi proses mutasi, DE juga menggunakan proses pindah silang (*crossover*). Pindah silang merupakan proses yang bertujuan untuk memperkaya keanekaragaman gen dalam populasi yang akan memasuki generasi berikutnya dengan menyilangkan gen yang dimiliki oleh populasi vektor mutan ($v_{i,g}$) dengan populasi vektor target ($x_{i,g}$) sehingga membentuk populasi vektor *trial* ($u_{i,g}$). Proses pindah silang ini melibatkan parameter kontrol pindah silang (Cr).

Parameter kontrol pindah silang ini merupakan elemen yang menentukan gen-gen mana saja yang diperoleh dari vektor target ($x_{i,g}$) dan mutan ($v_{i,g}$) untuk diwariskan kepada vektor *trial* ($u_{i,g}$). Penentuan ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai Cr tersebut dengan bilangan yang dibangkitkan secara acak. Jika nilai Cr lebih besar atau sama dengan bilangan acak, gen dari vektor mutan ($v_{i,g}$) akan lolos untuk memasuki vektor *trial* ($u_{i,g}$), sedangkan jika nilai Cr lebih kecil dari bilangan acak, gen dari vektor target ($x_{i,g}$) yang akan lolos memasuki vektor *trial* ($u_{i,g}$). Setelah diperoleh populasi dari vektor *trial* ($u_{i,g}$), vektor *trial* ($u_{i,g}$) itu akan dievaluasi nilai objektifnya sebagaimana evaluasi yang dilakukan

terhadap vektor target dimana nilai ini digunakan pada proses selanjutnya, yaitu proses seleksi. Berikut adalah formula umum dari proses pindah silang.

$$u_{i,g} = u_{j,i,g} = \begin{cases} v_{j,i,g} & \text{if } (rand_j(0,1) \leq Cr \text{ or } j = j_{rand}) \\ x_{j,i,g} & \text{if } (rand_j(0,1) > Cr \text{ or } j \neq j_{rand}) \end{cases} \quad (2.15)$$

Dimana: $u_{i,g}, u_{j,i,g}$ = Vektor *trial* i generasi ke- g
 $v_{j,i,g}$ = Vektor mutan i generasi ke- g
 $x_{j,i,g}$ = Vektor target i generasi ke- g



Gambar 2.1 Proses pindah silang

(Sumber: Storn, Price, *Journal of Global Optimization*)

2.3.2.4 Seleksi

Tahapan ini merupakan tahapan dimana terjadi pemilihan antara vektor target ($x_{i,g}$) dan vektor *trial* ($u_{i,g}$) yang akan lolos untuk masuk ke generasi yang selanjutnya. Penyeleksian dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang merupakan hasil dari evaluasi nilai objektif pada vektor target ($x_{i,g}$) dan vektor *trial* ($u_{i,g}$). Vektor *trial* ($u_{i,g}$) dapat menggantikan vektor target ($x_{i,g}$) jika dan hanya jika nilai fungsi objektifnya lebih baik daripada nilai fungsi objektif vektor target ($x_{i,g}$) seperti yang ditunjukkan oleh bentuk umum di bawah ini:

$$\mathbf{x}_{i,g+1} = \begin{cases} \mathbf{u}_{i,g} & \text{if } f(\mathbf{u}_{i,g+1}) \leq f(\mathbf{x}_{i,g}) \\ \mathbf{x}_{i,g} & \text{if } f(\mathbf{u}_{i,g+1}) > f(\mathbf{x}_{i,g}) \end{cases} \quad (2.16)$$

Dimana: $x_{i,g+1}$ = Vektor target i generasi ke- $g+1$
 $u_{i,g}$ = Vektor *trial* i generasi ke- g
 $x_{i,g}$ = Vektor target i generasi ke- g

2.3.2.5 Terminasi

Terminasi merupakan keadaan dimana proses pencarian solusi optimal berhenti. Terminasi terjadi ketika proses pencarian solusi optimal telah mencapai kriteria terminasi. Umumnya kriteria terminasi adalah jumlah iterasi maksimum, waktu komputasi maksimum, dan mencapai keadaan konvergen (nilai dari fungsi objektif yang optimal tidak lagi berubah) (Price, 2005). Namun, bila kriteria terminasi belum terpenuhi, maka akan dibentuk lagi generasi baru dengan mengulangi langkah-langkah sebelumnya dari tahap mutasi.

2.3.3 Prosedur Pengerjaan *Differential Evolution*

Berikut ini adalah prosedur pengerjaan DE yang lebih terperinci dan secara sistematis prosedur ini dapat dilihat pada gambar 2.2.

1. Tahap inisialisasi

- a) Menentukan parameter kontrol DE, N_p , F , Cr , dan jumlah iterasi maksimum.
- b) Membuat populasi awal generasi ke-0 ($g = 0$) dengan membangkitkan bilangan acak dan menempatkannya pada setiap vektor di populasi awal.
- c) Melakukan operasi permutasi (pengurutan) dengan mengurutkan bilangan acak mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar sesuai dengan aturan *Smallest Position Value* (SPV), disesuaikan dengan parameter keputusan dari masing-masing vektor.

d) Menghitung dan mengevaluasi setiap individu i generasi ke-0 dalam populasi dengan menggunakan fungsi objektif $f_{i,0}$ ($\pi_{i,0} \leftarrow x_{i,0}$), $i = \{1,2,\dots,Np\}$ untuk memilih individu target. Solusi awal berperan sebagai vektor target atau vektor *parent*. Solusi awal ditentukan dengan mencari nilai fungsi objektif yang paling kecil dari populasi yang ada.

2. Tahap Perbaharuan Populasi

Pada tahap ini dilakukan perbaharuan populasi generasi ke- g ke generasi selanjutnya, $g = g + 1$.

3. Tahap Mutasi, Pindah Silang, dan Seleksi

a) Menerapkan operasi mutasi untuk mendapatkan vektor mutan, akan dicari individu mutan melalui operasi $v_{i,g} = x_{r1,g} + F * (x_{r2,g} - x_{r3,g})$, ($r1 \neq r2 \neq r3 \neq i$), dan $r1, r2$ dan $r3 \in \{1,\dots,Np\}$.

b) Menerapkan proses pindah silang untuk membentuk populasi *trial*, dengan mencampurkan parameter vektor mutan dengan vektor target sesuai dengan distribusi probabilitas terpilih (model matematis 2.15).

c) Penyeleksian dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang merupakan hasil dari evaluasi nilai objektif pada vektor target dan vektor *trial* (model matematis 2.16).

4. Tahap Operasi Permutasi

Operasi permutasi dilakukan dengan menerapkan aturan SPV untuk melakukan operasi permutasi.

5. Tahap Seleksi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi solusi terbaik dengan membandingkan individu pada populasi *trial* dengan populasi target untuk mendapatkan solusi terbaik. Nilai fungsi objektif individu *trial* akan dibandingkan dengan individu target generasi untuk menentukan apakah individu *trial* tersebut layak menjadi anggota populasi target generasi berikutnya atau tidak.

6. Tahap Terminasi

Jika jumlah iterasi sudah mencapai jumlah iterasi yang telah ditentukan, algoritma akan berhenti. Jika belum tercapai jumlah maksimum iterasi yang telah ditentukan, proses akan berulang mulai dari tahap 2.

7. Tahap Solusi Terbaik

Tahap ini merupakan hasil iterasi terakhir dan merupakan hasil solusi terbaik terhadap permasalahan yang diteliti.

2.4 *Feasibility Study*

Feasibility study, analisis kelayakan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam melaksanakan suatu investasi. Hasil penilaian ini digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan, apakah menerima atau menolak suatu gagasan investasi atau perencanaan pengadaan aset tertentu dan menentukan investasi mana yang paling menguntungkan. Pengertian layak dalam penelitian ini adalah gagasan investasi yang dilaksanakan dapat memberikan manfaat dalam arti finansial. Tujuan melakukan analisis kelayakan adalah untuk mengadakan penilaian terhadap alternatif investasi, mengetahui tingkat keuntungan terhadap alternatif investasi, dan menentukan prioritas investasi sehingga dengan adanya analisis kelayakan ini, diharapkan resiko kegagalan dalam berinvestasi dapat dihindari.

Untuk mengambil suatu keputusan dalam memilih suatu investasi, diperlukan perhitungan dan analisis yang tepat untuk menilai dan menentukan investasi yang menguntungkan ditinjau dari segi finansial. Pada umumnya ada tiga metode yang biasa dipertimbangkan untuk dipakai dalam penilaian aliran kas dari suatu investasi, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Discounted Payback Period*.

1. *Net Present Value* (NPV)

Analisis *Net Present Value* (NPV) digunakan untuk menentukan nilai ekivalensi pada saat ini dari arus kas (*cashflow*), pendapatan dan pengeluaran, yang dilakukan di waktu mendatang dari suatu rencana investasi atau perencanaan pengadaan aset tertentu. Sehingga, apabila arus kas di masa mendatang dapat diperkirakan dengan pasti dan dengan penentuan tingkat suku bunga yang dipilih, nilai saat ini (*present value*) dari rencana investasi tersebut akan dapat dihitung.

Pada metode *Net Present Value* dimensi perencanaan atau periode penelaah sangat penting diperhatikan karena akan sangat berpengaruh bagi

keakuratan atau ketepatan penggunaan metode ini. Pada analisis NPV, sebuah rencana investasi dapat diterima apabila rencana investasi tersebut mempunyai *Net Present Value* yang positif, $NPV > 0$. Semakin besar nilai NPV, maka akan semakin baik pula alternatif investasi tersebut untuk dipilih. Nilai sekarang bersih dari investasi j , pada tingkat suku bunga i , dengan jangka waktu n , dapat dituliskan sebagai berikut.

$$NPV_j(i) = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(i+r)^t} - F_0 \quad (2.17)$$

Dimana: r = tingkat pengembalian yang diinginkan

F_t = aliran dana bersih untuk periode t

n = umur ekonomis proyek

F_0 = investasi awal

2. *Internal Rate of Return* (IRR)

Internal Rate of Return, tingkat pengembalian dari suatu investasi atas penggunaan sejumlah dana, didefinisikan sebagai suatu tingkat suku bunga dari suatu investasi dalam jangka waktu tertentu yang akan menyebabkan nilai ekivalensi biaya atau investasi sama dengan nilai ekivalensi penerimaan. Suatu rencana investasi dikatakan layak jika memiliki nilai IRR lebih besar dari tingkat suku bunga bank yang berlaku (*Minimum Attractive Rate of Return*/MARR). Jika terjadi sebaliknya, rencana investasi tersebut dianggap tidak layak untuk direalisasikan. Nilai pengembalian investasi j , dengan suku bunga i_j^* yang memenuhi persamaan berikut.

$$NPV_j(i) = \sum_{t=0}^n F_{jn} (1 + i_j^*)^{-n} \quad (2.18)$$

Pemecahan nilai i_j^* secara langsung sangat sukar dan pendekatan yang selalu digunakan untuk mencari nilai terdekat adalah dengan cara coba-coba (*trial and error*). Namun, nilai i_j^* dapat dengan mudah dicari dengan menggunakan komputer. Jika aliran dana (*cashflow*) bersifat tetap tiap periode dapat menggunakan *RATE function* dengan format RATE(n,A,P,F), tetapi jika aliran dana berbeda-beda tiap periode dapat menggunakan *IRR function* dengan format IRR(*first_cell:last_cell*).

3. *Discounted Payback Period*

Discounted Payback Period, periode pengembalian, didefinisikan sebagai jangka waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh keuntungan yang sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk investasi tersebut dalam bentuk *present value*. Cara ini merupakan suatu ukuran dari kecepatan pengembalian dana ke bidang usaha bersangkutan. Cara ini relatif lebih mudah dimengerti dan umum digunakan dalam memperhitungkan kelemahan karena memperhitungkan seluruh pendapatan (*income*) dan pengeluaran (*expenses*) sebelum terjadinya pengembalian tanpa memperhitungkan kemungkinan terjadinya fluktuasi bunga (*interest*). Semakin kecil periode waktu pengembaliannya, semakin cepat proses pengembalian suatu investasi.

$$\text{Payback period} = \frac{\text{cost}}{\text{annual profit}} \quad (2.19)$$

BAB 3

PENGUMPULAN DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai data yang berkenaan dengan aktivitas distribusi raskin Perum BULOG divre DKI Jakarta. Data ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows* (SDVRPTW) algoritma *Differential Evolution* (DE) dan untuk melakukan analisis kelayakan investasi alat angkut. Pengumpulan data dilakukan melalui pengumpulan data historis distribusi raskin bulan Desember 2010. Hal ini dikarenakan pendistribusian raskin sama untuk setiap bulan. Jadi, data Desember 2010 dapat mewakili data selama satu tahun. Selain pengumpulan data sekunder, pengumpulan data juga dilakukan melalui observasi langsung ke titik distribusi raskin dan wawancara kepada pihak terkait.

3.1 Profil Perusahaan

Perum BULOG merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang industri perberasan dengan tujuan mendukung pemerintah dalam program Ketahanan Pangan Nasional. Pendirian BULOG didasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No.7 tahun 2003 dengan tujuan menyelenggarakan usaha logistik pangan pokok yang bermutu dan memadai bagi pemenuhan hajat hidup orang banyak. Visi dari Perum BULOG adalah “menjadi perusahaan yang handal dalam mewujudkan pangan yang cukup, aman dan terjangkau bagi rakyat.” Kemudian, visi tersebut diuraikan dalam misinya, yaitu “memenuhi kebutuhan pangan pokok rakyat” melalui cara:

1. Menyelenggarakan tugas pelayanan publik dalam rangka untuk mendukung Ketahanan Pangan Nasional,
2. Menyelenggarakan kegiatan ekonomi di bidang pangan dan usaha lain secara berkelanjutan, yang memberikan manfaat kepada perekonomian Nasional,
3. Menyelenggarakan kegiatan ekonomi di bidang pangan dan usaha lain secara berkelanjutan dan bermanfaat kepada *stakeholders*, dan

4. Menjalankan usaha dalam bidang industri, perdagangan dan pelayanan jasa di bidang logistik pangan dengan upaya memaksimalkan produktivitas, efisiensi, dan kemampuan untuk menghasilkan laba.

Dalam rangka mendukung program Ketahanan Pangan Nasional, Perum BULOG memiliki kekuatan jaringan seluruh Indonesia yang meliputi:

- a. 26 kantor Divisi Regional (Divre),
- b. 130 kantor Sub Divre/Kansilog,
- c. 1575 unit gudang dengan kapasitas 4 juta ton setara beras,
- d. 131 unit Unit Pengelolaan Gabah Beras (UPGB),
- e. Online Sistem IT Seluruh Indonesia,
- f. 5.052 orang karyawan, 4500 Mitra Kerja, dan
- g. 49.841 Titik Distribusi (TD).

3.1.1 Program Raskin

Salah satu dari tiga pilar ketahanan pangan adalah *accessibility* yang bertujuan membuka akses ekonomi dan fisik terhadap pangan untuk melindungi rumah tangga rawan pangan dari ancaman *malnutrition*, terutama energi dan protein. Ketahanan pangan dipandang sebagai hal yang sangat penting dalam rangka pembangunan nasional untuk membina manusia Indonesia berkualitas, mandiri, dan sejahtera. Untuk mencapai tujuan tersebut perlu diwujudkan ketersediaan pangan yang cukup, aman, bermutu, bergizi dan beragam serta tersebar merata di seluruh wilayah Indonesia dan terjangkau oleh daya beli masyarakat (Dewan Ketahanan Pangan, 2002).

Sebelum Juli 1998, pemerintah menetapkan kebijakan subsidi beras untuk seluruh lapisan masyarakat (*general subsidy*), baik masyarakat miskin maupun mampu. Namun, sejak krisis ekonomi Juli 1998, kebijakan ini diberikan khusus hanya untuk masyarakat miskin. Kebijakan ini diterapkan melalui Program raskin (beras untuk rumah tangga miskin) yang diresmikan pada tahun 2002. Dalam pelaksanaan program raskin, pemerintah melalui Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat membentuk tim koordinasi raskin, mulai dari tingkat pusat hingga kecamatan dan pelaksana distribusi raskin di tingkat desa/kelurahan serta

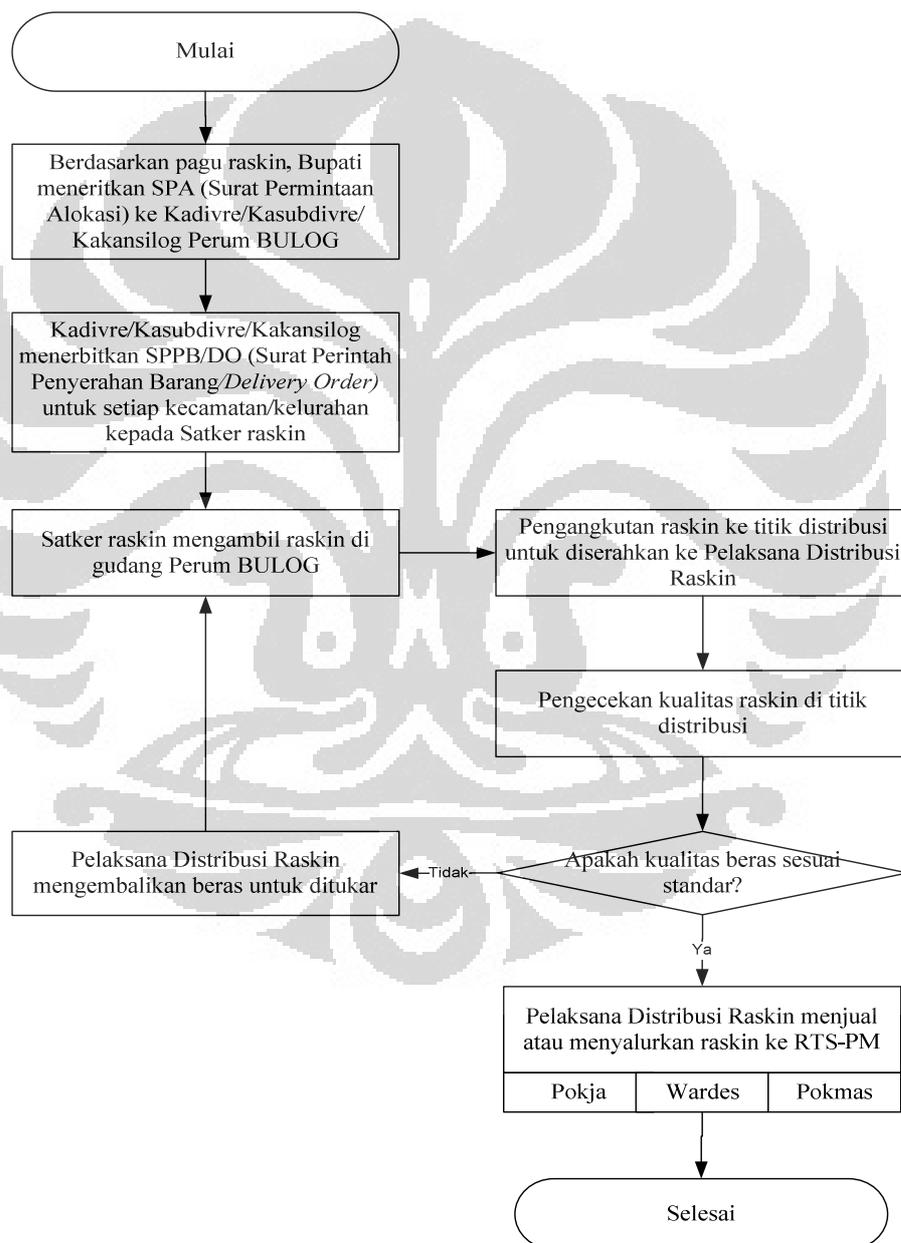
tim lainnya sesuai kebutuhan yang diatur dan ditetapkan melalui keputusan pejabat yang berwenang.

Program raskin memiliki tujuan untuk mengurangi beban pengeluaran Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM) dan meningkatkan akses masyarakat miskin dalam pemenuhan kebutuhan pangan pokok dalam bentuk beras. Sasaran Program Raskin 2010 adalah berkurangnya beban pengeluaran 17.5 Juta RTS-PM (berdasarkan data BPS) dalam mencukupi kebutuhan pangan beras, melalui pendistribusian beras bersubsidi sebanyak 180 kg/RTS/tahun atau setara dengan 15 kg/RTS/bulan dengan harga tebus Rp1600 per kg netto di titik distribusi. Berikut ini mekanisme penyaluran raskin dari gudang BULOG ke titik distribusi yang berada di kelurahan.

1. Bupati atau walikota menerbitkan SPA (Surat Permintaan Alokasi) kepada Kadivreg/Kasubdivreg/Kakansilog Perum BULOG berdasarkan pagu raskin dan rincian di masing-masing kecamatan dan desa/kelurahan.
2. Berdasarkan SPA, Kadivreg/Kasubdivreg/Kakansilog Perum BULOG menerbitkan SPPB/DO (Surat Perintah Penyerahan Barang/*Delivery Order*) beras untuk masing-masing kecamatan/desa/kelurahan kepada Satuan Kerja (Satker) raskin. Apabila terdapat desa/kelurahan yang menunggak pembayaran Harga Penjualan Beras (HPB) pada periode sebelumnya, penerbitan SPPB/DO untuk desa/kelurahan tersebut ditangguhkan sampai ada pelunasan.
3. Berdasarkan SPPB/DO, Satker raskin mengambil beras di gudang Perum BULOG, mengangkut, dan menyerahkan beras raskin kepada pelaksana distribusi raskin di titik distribusi. Pelaksana distribusi raskin adalah Kelompok Kerja (Pokja) atau Warung Desa (Wardes) atau Kelompok Masyarakat (Pokmas) yang ditetapkan oleh kepala desa/lurah. Pelaksana distribusi raskin memiliki tugas menerima beras dari Satker raskin kemudian menjual atau menyerahkan kepada RTS-PM raskin di titik distribusi serta menyetorkan uang HPB kepada Satker raskin atau menyetor ke rekening HPB Perum BULOG yang ditetapkan. Kualitas beras yang diserahkan harus sesuai dengan kualitas standar beras raskin. Apabila terdapat beras yang tidak sesuai standar, pelaksana distribusi raskin

langsung mengembalikan beras kepada Satker raskin untuk ditukar atau diganti dengan beras yang standar.

4. Pelaksana penyerahan atau penjualan beras beras kepada RTS-PM raskin pemegang kartu raskin atau bukti lain yang ditetapkan setempat, dilakukan oleh salah satu dari tiga pelaksana distribusi raskin yaitu Pokja, atau Wardes, atau Pokmas.



Gambar 3.1 Diagram alir penyaluran raskin ke RTS-PM

3.2 Data yang Dibutuhkan

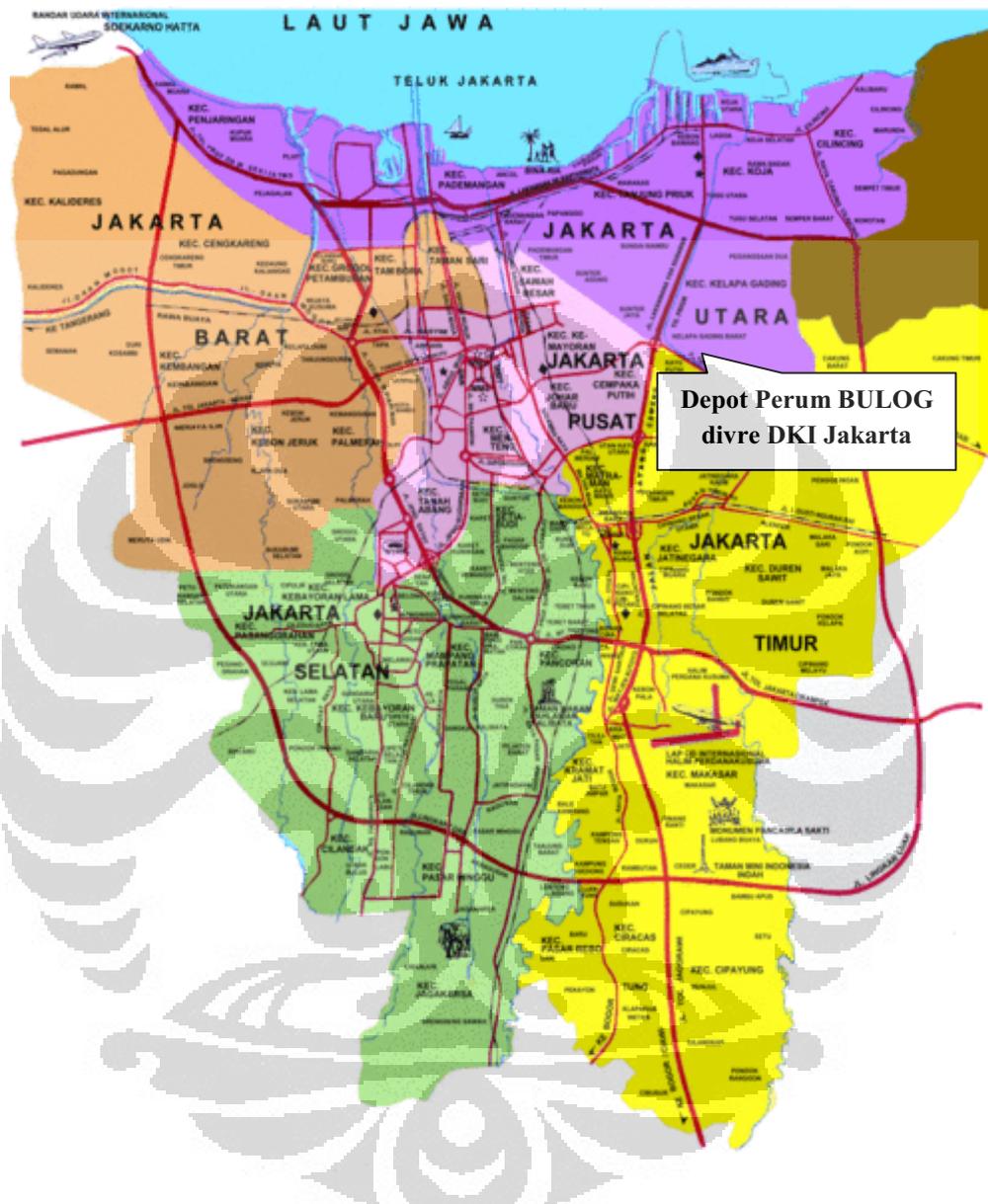
Untuk dapat menyelesaikan permasalahan *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows* (SDVRPTW) pendistribusian raskin di Perum BULOG divre DKI Jakarta, dibutuhkan beberapa data yang akan digunakan untuk mendapatkan solusi rute transportasi dan jumlah kendaraan yang optimal. Data yang dibutuhkan antara lain adalah data mengenai jumlah, lokasi dan permintaan raskin setiap titik distribusi serta historis rute pengiriman, jarak tempuh antar titik distribusi, waktu, armada pengiriman, dan biaya pengiriman.

3.2.1 Jumlah, Lokasi dan Permintaan Raskin Setiap Titik Distribusi serta Historis Rute Pengiriman

Lokasi pendistribusian raskin berada di kelurahan tiap wilayah. Jumlah kelurahan di seluruh DKI Jakarta termasuk Kepulauan Seribu berjumlah 267. Namun, lingkup penelitian ini mengeluarkan titik distribusi yang berada di Kepulauan Seribu. Dari total kelurahan yang ada di DKI Jakarta, terdapat kelurahan yang tidak mendapatkan pagu raskin, yaitu kelurahan Melawai dan kelurahan Gondangdia. Jadi, jumlah titik distribusi di DKI Jakarta yang harus menerima raskin adalah sebanyak 259 titik distribusi. Gambar 3.2 menunjukkan lokasi depot Perum BULOG yang terdapat di Jalan Perintis Kemerdekaan, Kelapa Gading, Jakarta Utara beserta wilayah sebaran pendistribusian raskin di wilayah DKI Jakarta.

Jumlah permintaan untuk tiap titik distribusi disesuaikan dengan jumlah Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM) setiap kelurahan (sesuai data BPS). Saat ini, jumlah RTS-PM berjumlah 180.660 RTS-PM dimana tiap RTS-PM memperoleh 15 kg raskin. Namun, lingkup penelitian ini dibatasi hanya wilayah DKI Jakarta, tidak termasuk wilayah Kepulauan Seribu, jadi, setiap bulannya Perum BULOG divre DKI Jakarta harus mendistribusikan raskin kepada 180.009 RTS-PM sebanyak 2.700.135 kg raskin. Sedangkan data rute pengiriman, diperoleh dari dokumentasi Perum BULOG mengenai pendistribusian raskin yang dilakukan oleh Koperasi Jaya dan PT Laksana. Data yang diambil adalah data historis distribusi raskin bulan Desember 2010. Data rute pengiriman, titik

distribusi, dan jumlah permintaan raskin bulan Desember dapat dilihat pada bagian lampiran 1 dan 2.



Ket: Titik distribusi ke seluruh kelurahan seluruh DKI Jakarta

Gambar 3.2 Peta sebaran raskin DKI Jakarta

3.2.2 Jarak

Data jarak yang diperlukan adalah jarak antara gudang raskin yang berada di Jalan Perintis Kemerdekaan, Jakarta Utara, dengan titik distribusi yang tersebar di seluruh wilayah DKI Jakarta dan jarak antar titik distribusi tersebut.

Pengambilan data jarak ini memanfaatkan aplikasi yang dikeluarkan oleh *Google*, yaitu *Google Maps*. Aplikasi ini memiliki alat bantu untuk mengukur jarak antar dua titik.

Untuk mempermudah pengidentifikasian, digunakan pengkodean titik distribusi. Pengkodean berupa pengurutan nomor, dimana gudang diberi nomor 1 dan titik distribusi lain diberi nomor 2 sampai 260. Pengukuran jarak antara dua titik dilakukan dengan mengikuti alur jalan yang ada pada peta sehingga data jarak yang diperoleh dapat mendekati jarak aktual yang ditempuh oleh kendaraan. Pengukuran jarak antar dua titik disesuaikan dengan rute yang memberikan jarak terpendek. Pada pengumpulan data jarak ini, diasumsikan jarak tempuh dari titik A ke titik B sama dengan jarak tempuh dari titik B ke titik A, sehingga matriks jarak yang dihasilkan akan simetris. Data jarak dari gudang menuju titik distribusi dan jarak antara titik titik distribusi dituangkan dalam bentuk matriks jarak. Matriks ini berukuran 260 x 260. Pada tabel berikut diberikan data jarak dari titik i ke titik j dari sebagian titik distribusi, sedangkan matriks jarak yang lengkap berukuran 260 x 260 dapat dilihat pada *softcopy* CD.

Tabel 3.1 Matriks jarak antar titik

NO	Kelurahan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		DEPOI	Cawang	Cililitan	Kramat Jati	Batu Ampar	Bale karombang	Tengah	Dukuh	Bidara Cina	Kmp. Melayu	Cip. Cempedak
0	DEPOT	0	43	49	57	62	63	65	64	38	29	34
1	Cawang	43	0	8	15	15	15	18	19	11	20	14
2	Cililitan	49	8	0	8	13	12	14	16	11	20	12
3	Kramat Jati	57	15	8	0	10	12	8	8	17	28	20
4	Batu Ampar	62	15	13	10	0	5	5	11	23	36	28
5	Balekambang	63	15	12	12	5	0	9	15	24	36	29
6	Tengah	65	18	14	8	5	9	0	7	27	41	31
7	Dukuh	64	19	16	8	11	15	7	0	28	42	32
8	Bidara Cina	38	11	11	17	23	24	27	28	0	14	5
9	Kmp. Melayu	29	20	20	28	36	36	41	42	14	0	12
10	Cip. Cempedak	34	14	12	20	28	29	31	32	5	12	0

3.2.3 Waktu

Data waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah *time windows*, *service time*, dan *travel time*. *Time windows* adalah waktu yang berhubungan dengan batas waktu pelayanan distribusi raskin. *Service time* adalah waktu yang

dibutuhkan oleh kendaraan untuk melakukan kegiatan *loading* dan *unloading* karung beras raskin dari dan ke kendaraan. *Travel time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melakukan perpindahan dari titik distribusi *i* ke titik distribusi *j*.

3.2.3.1 Time Windows

Time windows merupakan rentang waktu dimana konsumen dapat dilayani atau masih dapat menerima kiriman produk. Depot merupakan titik awal dimana pengiriman produk dimulai. Pada kasus ini, depot terletak di Jalan Perintis Kemerdekaan Kelurahan Kelapa Gading Timur, Kelapa Gading, Jakarta Utara 14240. Depot ini memiliki batasan waktu, yaitu mengikuti waktu kerja Perum BULOG divre DKI Jakarta pukul 08.00-16.00. Kendaraan tidak boleh meninggalkan depot sebelum waktu tertentu (*earliest starting time*) dan harus kembali sebelum waktu tertentu (*latest return time*). Selain itu, titik distribusi juga memiliki batasan waktu pelayanan, yaitu sesuai waktu kerja pegawai kelurahan pukul 08.00-16.00. Batasan waktu inilah yang dijadikan sebagai *time windows* pelayanan distribusi raskin.

3.2.3.2 Service Time

Data selanjutnya adalah data *service time* berkenaan dengan waktu yang dibutuhkan untuk *loading* dan *unloading* beras. Data waktu *loading* dan *unloading* adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkut karung beras dari dan ke atas kendaraan. Waktu *loading* dan *unloading* ditetapkan dengan menggunakan perhitungan lamanya waktu pengangkatan karung beras untuk mengambil dan meletakkan di tempat yang sesuai kemudian ditambahkan *allowance*, untuk *loading* diberikan *allowance* 30 menit, sedangkan untuk *unloading* diberikan *allowance* 15 menit. Berikut ini persamaan untuk menghitung waktu *loading* dan *unloading*.

$$t = (0,3 \times n) + 30 \quad (\text{loading}) \quad (3.1)$$

$$t = (0,3 \times n) + 15 \quad (\text{unloading}) \quad (3.2)$$

Dimana: t = waktu *loading/unloading* yang diperlukan (menit)

n = jumlah karung beras yang harus dipindahkan (permintaan/50kg)

3.2.3.3 Travel Time

Travel time adalah data waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk berpindah dari titik distribusi i ke titik distribusi j . Data ini diperoleh dengan cara membagi jarak tempuh titik distribusi i ke titik distribusi j dengan kecepatan kendaraan. Diasumsikan kecepatan kendaraan konstan, yaitu 20 km/jam. Data *travel time* ini dipindahkan menjadi matriks simetris berukuran 260 x 260. Pada tabel berikut diberikan data waktu tempuh dari titik i ke titik j dari sebagian titik distribusi, sedangkan matriks waktu tempuh yang lengkap berukuran 260 x 260 dapat dilihat pada *softcopy CD*.

Tabel 3.2 Matriks waktu tempuh antar titik

NO	Kelurahan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	DEPOT	0	43	49	57	62	63	65	64	38	29	34
1	Cawang	43	0	8	15	15	15	18	19	11	20	14
2	Cililitan	49	8	0	8	13	12	14	16	11	20	12
3	Kramat Jati	57	15	8	0	10	12	8	8	17	28	20
4	Batu Ampar	62	15	13	10	0	5	5	11	23	36	28
5	Balekambang	63	15	12	12	5	0	9	15	24	36	29
6	Tengah	65	18	14	8	5	9	0	7	27	41	31
7	Dukuh	64	19	16	8	11	15	7	0	28	42	32
8	Bidara Cina	38	11	11	17	23	24	27	28	0	14	5
9	Kmp. Melayu	29	20	20	28	36	36	41	42	14	0	12
10	Cip. Cempedak	34	14	12	20	28	29	31	32	5	12	0

3.2.4 Kendaraan

Dalam melakukan pengiriman raskin ke RTS-PM, Perum BULOG divre DKI Jakarta menggunakan pihak kedua. Penggunaan pihak kedua ini mewajibkan Perum BULOG divre DKI mengeluarkan biaya Rp 49/kg. Menurut data historis, pengiriman raskin menggunakan dua jenis truk, yaitu truk berukuran 9 ton dan 18 ton. Namun, untuk kepentingan analisis kelayakan investasi perlu ditetapkan jenis dan kapasitas yang akan digunakan. Data historis ini akan dijadikan acuan pemilihan kendaraan yang akan digunakan dalam analisis kelayakan investasi. Berikut ini adalah data-data mengenai kendaraan yang akan digunakan.

Tabel 3.3 Spesifikasi kendaraan

Spesifikasi	Kapasitas Besar	Kapasitas Kecil
Kapasitas	18 ton	9 ton
Jenis bahan bakar	Solar	Solar
Rasio bahan bakar	1:5	1: 6
Biaya investasi/unit	Rp 656.000.000	Rp 295.500.000

3.2.5 Biaya Operasional

Biaya pengiriman diperoleh dengan melakukan perhitungan terhadap biaya bahan bakar, biaya pemeliharaan, biaya ban, dan biaya supir. Besarnya diketahui melalui wawancara dengan pihak supir perusahaan. Berikut ini adalah rincian biaya pengiriman per kilometer per kendaraan.

- Biaya bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar kendaraan 18 ton = 1/5 liter/km

Kebutuhan bahan bakar kendaraan 9 ton = 1/6 liter/km

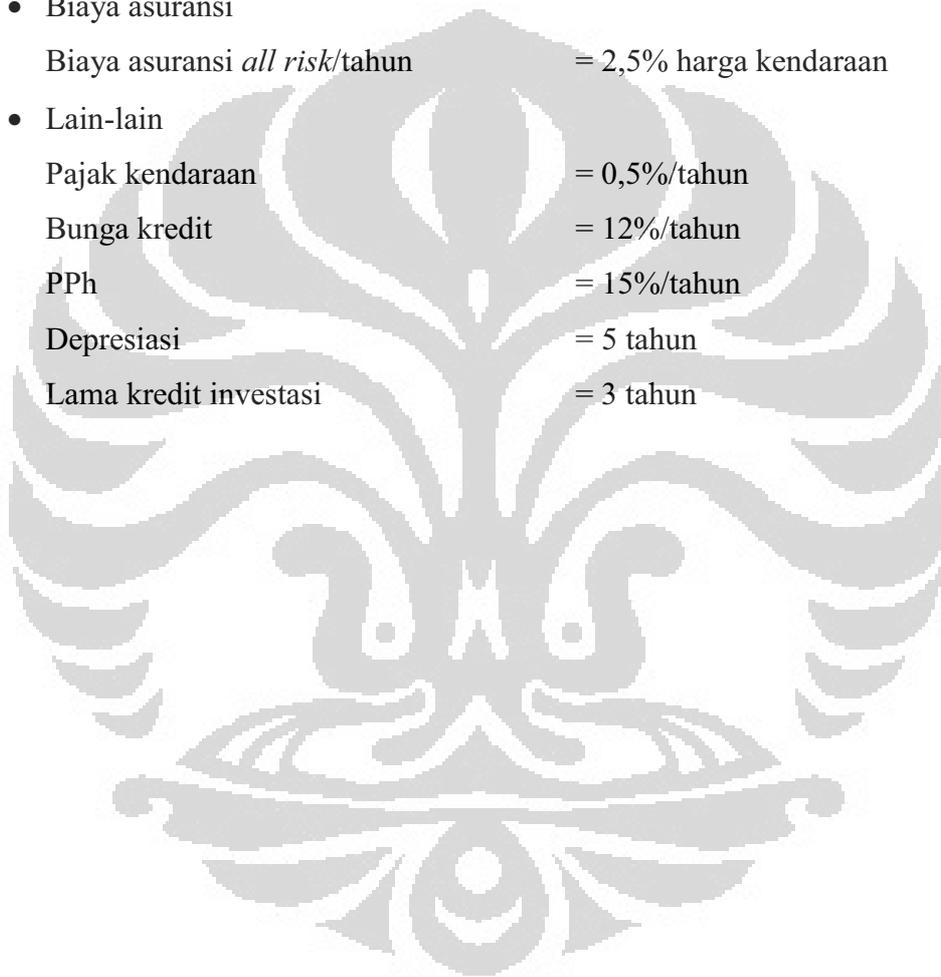
Biaya bahan bakar kendaraan 18 ton = Rp4.500/liter × 1/5 liter/km
= Rp 900 /km

Biaya bahan bakar kendaraan 9 ton = Rp4.500/liter × 1/6 liter/km
= Rp 750 /km

- Biaya pemeliharaan

Perusahaan melakukan *service* berkala setiap bulan. Biaya satu kali *service* adalah Rp. 1.000.000/ truk per bulan. Biaya ini sudah termasuk ganti oli, filter oli, dan minyak rem. Biaya KIR kendaraan Rp 400.000/truk per 6 bulan. Selain biaya pemeliharaan, setiap kendaraan terdapat biaya pergantian ban. Satu ban kendaraan diasumsikan dapat digunakan untuk 100.000 km. Harga sebuah ban untuk ukuran kendaraan 18 ton adalah Rp 1.500.000/ban dan kendaraan 9 ton adalah Rp 900.000/ban. Kendaraan berkapasitas 9 ton memiliki 4 buah ban dan kendaraan berkapasitas 18 ton memiliki 6 buah ban. Jadi, biaya per km pergantian ban untuk kendaraan berkapasitas 9 ton adalah $(4 \text{ unit} \times \text{Rp } 900.000/\text{unit}) / 100.000 \text{ km} = \text{Rp } 36/\text{km}$, sedangkan biaya per km pergantian ban untuk kendaraan berkapasitas 18 ton adalah $(6 \text{ unit} \times \text{Rp } 1.500.000/\text{unit}) / 100.000 \text{ km} = \text{Rp } 90/\text{km}$

- Biaya operator
 - Gaji tetap supir per bulan = Rp 1.000.000
 - Gaji tetap pendamping per bulan = Rp 750.000
 - Biaya tambahan supir dan pendamping = Rp. 60.000 per titik distribusi
 - Jam kerja regular/hari = 8 jam/hari
 - Hari kerja regular/bulan = 20 hari/bulan
 - Bulan kerja regular/tahun = 12 bulan/tahun
- Biaya asuransi
 - Biaya asuransi *all risk*/tahun = 2,5% harga kendaraan
- Lain-lain
 - Pajak kendaraan = 0,5%/tahun
 - Bunga kredit = 12%/tahun
 - PPh = 15%/tahun
 - Depresiasi = 5 tahun
 - Lama kredit investasi = 3 tahun



BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dilakukan pengolahan data berdasarkan tahap yang telah dijelaskan pada bab 2. Pengolahan data pada bab ini bertujuan untuk mengetahui rute terbaik distribusi raskin pada Perum BULOG divre DKI Jakarta dengan meminimumkan jarak dan penggunaan kendaraan. Metode yang digunakan adalah metode *Vehicle Routing Problem* algoritma *Differential Evolution* dengan memanfaatkan *software* MATLAB. Selain itu, pada bab ini juga akan dilakukan analisis kelayakan investasi alat angkut bagi Perum BULOG divre DKI Jakarta dalam melakukan pendistribusian raskin.

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Penyusunan Algoritma Menggunakan *Software* MATLAB

Penyelesaian masalah pendistribusian raskin dalam hal penentuan rute dan jumlah kendaraan memanfaatkan algoritma *Differential Evolution* (DE) untuk melakukan komputasi. *Software* MATLAB digunakan dalam penulisan sintaks algoritma DE. MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah suatu bahasa pemrograman matematika dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. MATLAB sering digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matriks, optimasi, dan lain-lain.

MATLAB merupakan *software* yang dikembangkan oleh *Mathworks Inc.* MATLAB merupakan program yang digunakan untuk analisis dan komputasi numerik dan MATLAB merupakan *software* yang paling efisien untuk perhitungan numerik berbasis matriks. Jika melakukan perhitungan dalam format matriks, MATLAB merupakan *software* terbaik untuk penyelesaian numeriknya.

MATLAB memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahasa pemrograman lain. Berikut ini beberapa kelebihan MATLAB dibandingkan bahasa pemrograman lain.

1. MATLAB merupakan salah satu bahasa pemrograman yang sangat mudah digunakan. MATLAB tidak perlu menggunakan sintaks yang kompleks sehingga akan menghemat waktu dan proses pengerjaan. MATLAB tidak

memerlukan sintaks yang rumit dengan seperti bahasa pemrograman lama dengan iterasi konvensional. Selain itu, MATLAB dapat memanipulasi data matrik jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan iterasi konvensional,

2. MATLAB dikembangkan sebagai bahasa pemrograman sekaligus alat visualisasi yang menawarkan banyak kemampuan untuk menyelesaikan berbagai kasus yang berhubungan langsung dengan disiplin keilmuan matematika, dan
3. MATLAB telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. MATLAB bersifat *extensible*, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada *library* ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu.

Penyusunan algoritma DE dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu penetapan parameter kontrol (N_p , F , dan Cr), menentukan populasi awal, menentukan fungsi objektif dan kendala operasional, proses evaluasi individu dalam populasi awal. Setelah memperoleh populasi awal yang berisikan individu-individu solusi, langkah selanjutnya adalah memperbaharui generasi (iterasi) yang nantinya akan mengalami proses *differential evolution*, proses mutasi, pindah silang, dan seleksi. Langkah terakhir adalah terminasi yang akan menghentikan pencarian solusi. Berikut penjelasan untuk setiap tahap penyusunan algoritma DE.

4.1.1.1 Penetapan Parameter Kontrol

Tiga jenis parameter kontrol yang harus ditetapkan untuk melakukan penyusunan algoritma *Differential Evolution*, yaitu ukuran populasi (N_p), parameter kontrol mutasi (F), dan parameter kontrol pindah silang (Cr). Parameter ukuran populasi merupakan parameter untuk menentukan jumlah solusi awal. Pada masalah ini, ukuran populasi ditetapkan sebesar 5 kali jumlah konsumen, 1295. Hal ini dilakukan untuk mempersingkat waktu komputasi, tetapi tetap memastikan DE mempunyai vektor yang cukup untuk bekerja. Parameter kontrol F dan Cr yang dipergunakan dalam permasalahan optimasi jarak tempuh dengan

menggunakan algoritma DE ini ditentukan berdasarkan hasil studi parameter. Pada dasar teori, telah dijelaskan bahwa nilai parameter efektif untuk F dan Cr adalah rentang nilai antara 0,4-1 dan 0-1 maka nilai ini dijadikan acuan dalam melakukan studi parameter. Parameter penentuan nilai F dan Cr terbaik berdasarkan jarak tempuh terpendek yang dihasilkan dalam setiap percobaan.

Pada studi parameter ini, ditetapkan nilai selain parameter kontrol F dan Cr adalah konstan untuk setiap percobaan. Studi parameter dilakukan hanya menggunakan satu jenis kendaraan, yaitu kendaraan 9 ton. Hal ini dilakukan agar jarak tempuh total dan jumlah kendaraan yang digunakan untuk setiap percobaan tidak menghasilkan hasil yang terlalu berbeda.

Tiga jenis jumlah iterasi maksimum, yaitu 10, 100, dan 1000 telah dibandingkan dan hasil jarak tempuh total untuk jumlah iterasi 100 dan 1000 tidak terlalu menghasilkan perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan signifikan justru terletak pada waktu komputasi. Jadi, jumlah iterasi maksimum yang digunakan pada studi parameter hanya sejumlah 100 untuk setiap percobaan. Hal ini bertujuan hanya untuk mempersingkat waktu komputasi. Namun, pada penyelesaian masalah pendistribusian raskin tetap digunakan iterasi maksimum sejumlah 1000. Berikut ini adalah hasil studi parameter untuk setiap kombinasi F dan Cr.

Tabel 4.1 Hasil studi parameter kombinasi F dan Cr

Parameter		Hasil		Parameter		Hasil	
F	Cr	Jarak Tempuh Total (km)	Waktu Komputasi (s)	F	Cr	Jarak Tempuh Total (km)	Waktu Komputasi (s)
0,4	0	14518	169,11	0,8	0	14570	227,19
	0,1	14154	201,63		0,1	14129	184,37
	0,2	14148	205,86		0,2	14116	167,46
	0,3	14035	224,52		0,3	14086	211,52
	0,4	14151	201,74		0,4	14067	231,76
	0,5	14113	215,03		0,5	14089	177,08
	0,6	14082	215,93		0,6	14230	163,04
	0,7	14163	221,39		0,7	13991	242,69
	0,8	14134	207,19		0,8	14012	256,71
	0,9	14020	193,74		0,9	14012	255,85
1	14251	201,34	1	14046	196,81		

4.1.1.2 Menentukan Populasi Awal

Langkah selanjutnya adalah menentukan populasi awal menggunakan bilangan acak. Populasi awal ini berupa matriks $n \times m$ yang berisikan sejumlah solusi individu awal, dimana n adalah ukuran populasi dan m adalah jumlah titik distribusi. Setiap individu ini belum merepresentasikan urutan rute. Harus dilakukan permutasi (pengurutan) untuk mendapatkan urutan rute yang dapat melayani seluruh titik distribusi. Tahapan untuk membentuk populasi awal dalam penelitian ini adalah

1. Menentukan populasi awal

Ukuran populasi menyatakan jumlah individu dalam populasi. Satu individu dinyatakan dengan satu baris. Seluruh individu ini diperoleh dengan mengacak bilangan random. Seluruh individu yang diperoleh akan menempati matriks kromosom populasi awal yang telah dibuat sebelumnya dengan ukuran matriks 1295×259 .

2. Menentukan vektor permutasi (urutan)

Nilai dimensi pertama hingga dimensi ke-259 setiap individu populasi awal memiliki nilai yang berbeda-beda. Untuk setiap individu awal ini dilakukan pengurutan nilai dimensi dari yang terkecil hingga yang terbesar menggunakan aturan *Smallest Position Value* (SPV). Pengurutan tersebut akan menghasilkan vektor berdimensi 259 dengan nilai setiap dimensinya berupa indeks hasil pengurutan. Indeks-indeks tiap individu inilah yang nantinya akan menjadi urutan titik distribusi dalam pendistribusian raskin.

Sebagai contoh, jika ada tiga titik distribusi yang dikerjakan dan terdapat tiga dimensi pada suatu individu, yaitu 0,27; 0,14; dan 0,58; yang berturut-turut terdapat pada dimensi ke-1, dimensi ke-2, dan dimensi ke-3, maka nilai dimensi tersebut pada vektor permutasi pada individu itu berturut-turut adalah 2, 1, dan 3. Artinya, urutan pengiriman yaitu 2-1-3. Proses ini berlaku untuk seluruh individu.

3. Bentuk suatu rute TSP (*Traveling Salesman Problem*)

Berdasarkan hasil pengurutan titik distribusi yang akan dikunjungi kemudian dibentuk suatu urutan TSP. Urutan TSP dimulai dan berakhir di depot yang sama hingga seluruh lokasi konsumen terlayani. Ukuran matriks

yang digunakan sesuai dengan ukuran matriks kromosom populasi TSP awal, yaitu jumlah populasi \times (jumlah titik distribusi + 2), 1295×261 .

Karena depot dilambangkan dengan angka 1, indeks urutan rute hasil permutasi (pengurutan) bertambah nilainya sebesar 1. Sebagai contoh, hasil permutasi sebelumnya adalah 2-1-3. Hasil rute TSP yang diperoleh adalah 1-3-2-4-1. Proses ini berlaku untuk seluruh individu.

4. Pecah tiap rute TSP sebelumnya menjadi beberapa rute VRP dengan menggunakan batasan permintaan tiap titik, kapasitas kendaraan, dan waktu dengan ukuran matriks sesuai dengan ukuran matriks kromosom populasi VRP awal, 1295×2590 .
5. Kemudian melakukan perhitungan jarak populasi VRP awal dengan ukuran matriks sesuai matriks jarak populasi awal dan melakukan evaluasi terhadap populasi VRP awal yang diperoleh.

4.1.1.3 Menentukan Fungsi Objektif dan Kendala Operasional

Tujuan yang akan dicapai pada permasalahan *Vehicle Routing Problem* adalah meminimumkan jarak tempuh kendaraan dalam melakukan pendistribusian. Jadi, fungsi objektif yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini adalah

$$\text{Fungsi tujuan} = \min z \sum_i \sum_m \sum_j \sum_n \sum_k \sum_l c_{ij} x_{imjnl} \quad (4.1)$$

dengan, c_{ij} = jarak tempuh dari titik i ke titik j

$$x_{imjnl} \begin{cases} x_{imjnl} = 1 \\ x_{imjnl} = 0 \end{cases}$$

Fungsi integer di atas menunjukkan ada tidaknya pengiriman dari titik i ke- m kali ke titik j ke- n kali menggunakan kendaraan k trip ke- l . Nilai 1 menunjukkan adanya pengiriman dari titik i ke- m kali ke titik j ke- n kali menggunakan kendaraan k trip ke- l dan nilai 0 menunjukkan keadaan sebaliknya dengan

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, 260 & j &= 1, 2, \dots, 260 \\ k &= 1, 2, \dots, 10 & m, n, l &= \text{infinite} \end{aligned}$$

Kendala

1. Kendala (4.2) menunjukkan kendaraan yang digunakan untuk melakukan pengiriman kepada pelanggan j dilakukan menggunakan kendaraan $k \leq K$ kendaraan yang terdapat pada depot.

$$\sum_j \sum_n \sum_k \sum_l x_{imjnk} \leq K \quad i = 1, \forall j \in C, \forall n \quad (4.2)$$

2. Kendala (4.3) menunjukkan bahwa tiap kendaraan yang masuk dan keluar dari pelanggan j adalah sama.

$$\sum_i \sum_m \sum_k \sum_l x_{imjnk} - \sum_j \sum_n \sum_k \sum_l x_{jnimk} = 0 \quad \forall j \in C, \forall k \in K, \forall n, l \quad (4.3)$$

3. Kendala (4.4) menunjukkan bahwa kendaraan k trip ke- l yang digunakan untuk pengiriman *demand* ke pelanggan j ke- n kali tidak dapat mengangkut lebih dari kapasitas kendaraan k .

$$\sum_j \sum_n \sum_k \sum_l x_{imjnk} w_j \leq m_k \quad \forall j \in C, \forall k \in K, \forall n, l \quad (4.4)$$

4. Kendala (4.5) menunjukkan bahwa waktu datang kendaraan k trip ke- l pada pelanggan j ke- n kali adalah jumlah dari waktu berangkat kendaraan k trip ke- l dari pelanggan i ke- m kali ditambah waktu tempuh dari pelanggan i ke j .

$$ta_{jnkl} = \sum_i \sum_m \sum_k \sum_l (tb_{imkl} + T_{ij}) x_{imjnk} \quad \forall k \in K \quad (4.5)$$

5. Kendala (4.6) menunjukkan bahwa waktu kendaraan k trip ke- l keluar dari pelanggan j ke- n kali adalah waktu kedatangan waktu kendaraan k trip ke- l pada titik j ke- n kali ditambah waktu pelayanan pada pelanggan j ke- n kali.

$$tb_{jnkl} = ta_{jnkl} + (0,3 w_{jn}/50 + 15) \quad \forall k \in K \quad (4.6)$$

6. Kendala (4.7) menunjukkan bahwa waktu kedatangan kendaraan k trip ke- l pada pelanggan j ke- n kali harus lebih besar atau sama dengan *time windows* buka pelanggan j .

$$ta_{jnkl} \geq Ta_j \quad \forall k \in K \quad (4.7)$$

7. Kendala (4.8) menunjukkan bahwa waktu keberangkatan kendaraan k trip ke- l pada pelanggan j ke- n kali harus lebih kecil atau sama dengan *time windows* tutup pelanggan j .

$$tb_{jnkl} \leq Tb_j \quad \forall k \in K \quad (4.8)$$

Keterangan:

K = Jumlah kendaraan

w_j = permintaan pelanggan j

c_{ij} = jarak dari titik i ke titik j

m_k = kapasitas kendaraan k

T_{ij} = waktu tempuh titik i ke titik j

s_j = *service time* di titik j

Taj = *earliest arrival time* di titik j

C = jumlah pelanggan

Tbj = *latest arrival time* di titik j

C_i = pelanggan ke- i , C_l = depot

ta_{jnkl} = waktu datang kendaraan k trip l di titik j ke- n kali

tb_{jnkl} = waktu pergi kendaraan k trip l dari titik j ke- n kali

4.1.1.4 Evaluasi Fungsi Objektif

Setiap individu awal dievaluasi dengan menggunakan fungsi objektif di atas untuk penentuan solusi awal. Solusi awal berperan sebagai vektor target atau vektor *parent*. Tahap evaluasi ditujukan untuk menghitung fungsi objektif yang diperoleh masing-masing individu yang ada pada populasi awal dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada. Berdasarkan tahap evaluasi ini, akan diketahui individu yang memiliki fungsi objektif minimum. Evaluasi ini akan menjadi ukuran dalam menentukan karakteristik individu pada generasi selanjutnya.

4.1.1.5 Memperbaharui Generasi (Iterasi)

Populasi individu pada iterasi awal yang berisi individu calon solusi akan berevolusi membentuk populasi individu iterasi baru. Individu-individu mengalami evolusi melalui serangkaian proses, yang dimulai dengan proses mutasi, pindah silang, dan seleksi. Jika generasi awal disimbolkan sebagai $g = 0$, iterasi baru disimbolkan sebagai $g = g + 1$.

4.1.1.6 Proses Mutasi

Mutasi merupakan suatu proses mengalikan selisih dari dua individu pada generasi sekarang yang dipilih secara acak dikalikan dengan parameter kontrol mutasi (F) lalu dijumlahkan dengan vektor ketiga yang juga dipilih secara acak. Mutasi ini menekankan perbedaan nilai atau selisih sepasang vektor (vektor b dan vektor c) yang memunculkan *difference vector*. Itulah mungkin yang menyebabkan algoritma ini dinamakan algoritma *Differential Evolution*. *Difference vector* tersebut akan dikalikan dengan operator mutasi (F). Kemudian, hasilnya dijumlahkan dengan vektor target yang berasal dari populasi awal yang dipilih acak. Tahap mutasi dianggap penting karena pada tahap ini akan diperoleh individu baru yang diharapkan memiliki nilai fungsi objektif lebih baik dibandingkan individu-individu lama.

4.1.1.7 Proses Pindah Silang

Proses pindah silang dilakukan untuk memperkaya keanekaragaman individu dalam populasi. Pindah silang merupakan proses penyilangan gen individu target dengan individu vektor mutan yang nantinya akan menghasilkan individu *trial*. Parameter yang digunakan adalah parameter kontrol pindah silang (Cr). Nantinya, nilai Cr ini akan dibandingkan dengan nilai bilangan acak. Jika bilangan acak (antara 0 sampai 1) yang dihasilkan lebih kecil atau sama nilainya dengan Cr , maka yang berpeluang menjadi nilai dimensi ke- i individu *trial* adalah nilai dimensi ke- i individu mutan dan sebaliknya.

4.1.1.8 Proses Seleksi

Tahap selanjutnya setelah diperoleh individu *trial* adalah melakukan penyeleksian individu dengan membandingkan nilai fungsi objektif individu target dengan individu *trial* yang baru saja diperoleh. Karena permasalahan optimasi ini adalah persoalan meminimumkan jarak tempuh, maka individu yang memiliki nilai jarak tempuh yang lebih kecil akan menjadi individu anggota populasi generasi berikutnya. Proses penyeleksian ini akan menentukan individu mana yang akan lolos menjadi generasi selanjutnya. Dengan adanya proses penyeleksian ini, dihasilkan populasi individu generasi berikutnya yang semakin baik.

4.1.1.9 Proses Terminasi

Tahap yang telah dijelaskan sebelumnya akan terus berulang sampai suatu kondisi terpenuhi. Kondisi ini dapat ditentukan melalui penetapan parameter terminasi. Penentuan parameter terminasi dapat berupa batasan jumlah iterasi ataupun batasan waktu proses.

Pada penelitian ini, kriteria terminasi yang digunakan adalah jumlah iterasi (generasi). Proses pembentukan iterasi baru akan terus berulang sampai jumlah iterasi yang telah ditentukan tercapai. Jumlah iterasi yang ditentukan adalah 1000 iterasi. Jadi, jika iterasi sudah mencapai 1000 kali, maka program komputer secara otomatis berhenti melakukan perhitungan. Penentuan jumlah iterasi juga akan mempengaruhi lamanya waktu komputasi. Jumlah iterasi yang sangat besar memiliki kemungkinan untuk mencapai hasil yang optimal, tetapi waktu perhitungan yang dibutuhkan akan sangat lama.

4.1.2 Verifikasi dan Validasi Program

Untuk menyelesaikan masalah penentuan rute optimum untuk pendistribusian raskin Perum BULOG divre DKI Jakarta, terlebih dahulu dilakukan verifikasi dan validasi terhadap program yang telah dibuat sebelumnya. Verifikasi merupakan tahapan untuk melihat kesesuaian antara model program yang telah dibuat dengan konsep model yang kita inginkan. Jika program dapat berjalan sesuai dengan keinginan, program tersebut telah terverifikasi. Salah satu indikator yang dapat dilihat untuk membuktikannya adalah ketika dilakukan perubahan pada nilai parameter, *output* yang dihasilkan juga akan berubah.

Setelah dilakukan verifikasi, dilakukan validasi dengan tujuan untuk dapat memastikan bahwa program yang dibuat berjalan sesuai dengan fungsinya sehingga menghasilkan *output* yang benar. Indikator program ini valid adalah ketika program dihadapkan pada suatu masalah, hasil perhitungan manual bernilai sama dengan hasil program.

Validasi dilakukan dengan menggunakan data *dummy*. Pada proses validasi, hanya digunakan 5 titik distribusi dengan waktu maksimal pemenuhan *demand* adalah satu hari. Data *dummy* yang digunakan adalah data jarak antar titik, waktu tempuh antar titik, dan *demand* untuk setiap titik distribusi. Matriks

jarak dan matriks waktu merupakan matriks simetris. Informasi lain, seperti kapasitas kendaraan, *time windows*, *loading* dan *unloading time*, sama dengan masalah pada Perum BULOG divre DKI Jakarta. Berikut ini data *dummy* dan parameter kontrol yang digunakan pada tahap validasi.

Tabel 4.2 Data *dummy* jarak dan *demand* untuk validasi

Kota	1	2	3	4	5	6	Demand
1	0,00	14,48	16,34	18,98	20,56	20,91	0
2	14,48	0,00	2,80	5,00	5,00	4,90	6750
3	16,34	2,80	0,00	2,70	4,20	4,10	4690
4	18,98	5,00	2,70	0,00	3,20	4,10	6180
5	20,56	5,00	4,20	3,20	0,00	1,60	23700
6	20,91	4,90	4,10	4,10	1,60	0,00	19120

Tabel 4.3 Data *dummy* waktu tempuh untuk validasi

Kota	1	2	3	4	5	6
1	0,00	43,44	49,03	56,93	61,68	62,73
2	43,44	0,00	8,40	15,00	15,00	14,70
3	49,03	8,40	0,00	8,10	12,60	12,30
4	56,93	15,00	8,10	0,00	9,60	12,30
5	61,68	15,00	12,60	9,60	0,00	4,80
6	62,73	14,70	12,30	12,30	4,80	0,00

Tabel 4.4 Parameter kontrol untuk validasi

Parameter	Nilai
Jumlah Populasi (N_p)	5
Parameter Mutasi (F)	0,6
Parameter Rekombinasi (Cr)	0,4
Iterasi Maksimum	1

Berikut ini adalah hasil *run* program dengan menggunakan data *dummy*.

Kendaraan yang dipakai

18000 18000

Jarak Terbaik

1.2513e+002

=====
=====

Universitas Indonesia

Kendaraan ke 1 dengan kapasitas 18000

Jarak Tempuh Total : 81.1435

Hari ke 1

Rute 1 2 5 1 5 3 1

=====
=====

Kendaraan ke 2 dengan kapasitas 18000

Jarak Tempuh Total : 43.9875

Hari ke 1

Rute 1 6 4 1

Elapsed time is 12.145027 seconds.

4.1.2.1 Hasil Perhitungan Manual

Langkah-langkah perhitungan manual untuk validasi program adalah sebagai berikut.

1. Melihat populasi awal yang diperoleh dari program.

Populasi kromosom awal diperoleh dengan cara membangkitkan bilangan acak antara 0 dan 1. Matriks populasi kromosom awal untuk data *dummy* ini berukuran 5 x 5 (jumlah populasi x jumlah kota). Matriks populasi kromosom awal ini adalah matriks yang memiliki populasi sebanyak 5 individu atau 5 vektor. Jadi, setiap baris mempresentasikan 1 individu. Tiap baris memiliki 5 kolom, berarti 1 individu terdiri dari 5 gen (titik distribusi) .

Tabel 4.5 Populasi awal (hasil *run* MATLAB)

Populasi Awal					
Individu 1	0,906	0,278	0,971	0,422	0,036
Individu 2	0,127	0,547	0,957	0,916	0,849
Individu 3	0,913	0,958	0,485	0,792	0,934
Individu 4	0,632	0,965	0,800	0,959	0,679
Individu 5	0,098	0,158	0,142	0,656	0,758

2. Melakukan pengurutan (permutasi) pada setiap individu dari populasi kromosom awal. Urutan setiap individu didapatkan dengan cara mengurutkan bilangan acak setiap kolom pada tabel 4.5 dari yang terkecil hingga terbesar. Karena depot disimbolkan dengan angka 1, kota lain disimbolkan dengan

Tabel 4.9 Rute VRP populasi awal (hasil *run* MATLAB)

Populasi Awal																		
Individu 1	1	5	1	5	3	6	1	7	8	1	1	6	4	2	1	1	1	1
Individu 2	1	2	3	6	1	6	5	1	7	8	1	1	5	1	5	4	1	1
Individu 3	1	4	6	1	6	1	7	8	1	3	5	1	5	1	1	1	1	1
Individu 4	1	2	6	1	6	4	1	7	8	1	1	5	1	5	3	1	1	1
Individu 5	1	2	4	3	5	1	7	8	1	1	5	6	1	7	8	1	1	6

Keterangan: 7 dan 8 hanya sebagai penanda bahwa *time windows* sudah habis dan berganti kendaraan.

- Setelah diperoleh urutan rute VRP di atas, setiap individu dicari fungsi objektifnya, yaitu nilai jarak tempuh total. Tabel 4.10 menunjukkan total jarak tempuh untuk setiap kendaraan dan juga perbandingan antara hasil perhitungan manual dan perhitungan hasil MATLAB.

Tabel 4.10 Fungsi objektif populasi awal

	VRP Populasi Awal				
	Kendaraan 1	Kendaraan 2	Kendaraan 3	MANUAL	MATLAB
Individu 1	90,89	44,49	0,00	135,38	135,39
Individu 2	85,36	83,86	0,00	169,22	169,22
Individu 3	85,81	82,22	0,00	168,03	168,04
Individu 4	84,28	82,22	0,00	166,50	166,50
Individu 5	46,94	43,07	41,82	131,83	131,84

- Lalu dibuatlah populasi mutan dengan mengacak individu pada populasi awal dan melakukan proses mutasi. Pada program MATLAB yang dibuat, diketahui individu 5 populasi mutan diperoleh melalui proses mutasi individu 1, 2, dan 5. Tabel 4.11 menunjukkan perhitungan manual proses mutasi untuk individu 1, 2, dan 5.

Tabel 4.11 Proses mutasi individu 1, 2, dan 5

Individu	1-2-5				
2-5	0,029	0,389	0,815	0,260	0,091
x 0,6	0,018	0,234	0,489	0,156	0,055
+1	0,923	0,512	1,460	0,578	0,091

6. Melakukan pengurutan (permutasi) pada setiap individu dari populasi *trial*. Caranya sama dengan pengurutan pada setiap individu dari populasi target. Permutasi populasi *trial* dapat dilihat pada tabel 4.14. Setelah memperoleh urutan populasi *trial*, dibuat rute TSP yang berawal dan berakhir pada depot. Berdasarkan tabel 4.15 hasil rute TSP perhitungan manual sama dengan rute TSP hasil run MATLAB. Langkah selanjutnya adalah membuat rute VRP. Rute VRP diperoleh berdasarkan batasan kendala yang dimiliki, seperti jumlah jam maksimum per hari, jumlah maksimum pemenuhan *demand*, dan kapasitas kendaraan. Rute VRP yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.14 Pengurutan titik distribusi populasi *trial*

Populasi Trial					
Individu 1	5	3	6	4	2
Individu 2	2	3	6	5	4
Individu 3	2	5	3	6	4
Individu 4	2	6	4	5	3
Individu 5	5	3	6	4	2

Tabel 4.15 Rute TSP populasi *trial*

MANUAL								MATLAB							
Populasi Trial								Populasi Trial							
Individu 1	1	5	3	6	4	2	1	Individu 1	1	5	3	6	4	2	1
Individu 2	1	2	3	6	5	4	1	Individu 2	1	2	3	6	5	4	1
Individu 3	1	2	5	3	6	4	1	Individu 3	1	2	5	3	6	4	1
Individu 4	1	2	6	4	5	3	1	Individu 4	1	2	6	4	5	3	1
Individu 5	1	5	3	6	4	2	1	Individu 5	1	5	3	6	4	2	1

Tabel 4.16 Rute VRP populasi *trial* (hasil run MATLAB)

Populasi Trial																			
Individu 1	1	5	1	5	3	6	1	7	8	1	1	6	4	2	1	2	1	1	1
Individu 2	1	2	3	6	1	6	5	1	7	8	1	1	5	1	5	4	1	1	1
Individu 3	1	2	5	1	5	3	1	7	8	1	1	6	4	1	1	1	1	1	1
Individu 4	1	2	6	1	6	4	1	7	8	1	1	5	1	5	3	1	1	1	1
Individu 5	1	5	1	5	3	6	1	7	8	1	1	6	4	2	1	2	1	1	1

7. Setelah diperoleh urutan rute dari setiap individu populasi *trial*, dicari total jarak tempuh masing-masing individu. Tabel 4.17 menunjukkan perhitungan

manual total jarak tempuh masing-masing individu sama dengan perhitungan hasil MATLAB.

Tabel 4.17 Fungsi objektif populasi *trial*

	VRP Populasi Trial				
	Kendaraan 1	Kendaraan 2	Kendaraan 3	MANUAL	MATLAB
Individu 1	90,89	73,45	0,00	164,34	164,35
Individu 2	85,36	83,86	0,00	169,22	169,22
Individu 3	81,14	43,99	0,00	125,13	125,13
Individu 4	84,28	82,22	0,00	166,50	166,50
Individu 5	90,89	73,45	0,00	164,34	164,35

8. Seleksi

Selanjutnya, jarak tiap solusi *trial* dibandingkan dengan jarak individu target untuk memperoleh individu terbaik untuk menjadi populasi generasi selanjutnya. Berdasarkan tabel 4.18 terbukti bahwa proses seleksi antara populasi awal dan populasi *trial* telah memilih individu terbaik yang memiliki total jarak tempuh minimum. Dan diperoleh individu 3 yang berasal dari populasi *trial* sebagai minimum terbaik jarak tempuh total.

Tabel 4.18 Seleksi antara populasi awal dan populasi *trial*

	Individu 1	Individu 2	Individu 3	Individu 4	Individu 5
Populasi Awal	135,39	169,22	168,04	166,50	131,84
Populasi Trial	164,35	169,22	125,13	166,50	164,35
Populasi Iterasi	135,39	169,22	125,13	166,50	131,84

9. Dari langkah sebelumnya, populasi iterasi 2 terbentuk. Dari populasi iterasi ini, proses-proses mulai dari pembentukan vektor target akan berulang sampai terbentuk populasi iterasi kembali untuk iterasi ke-3. Karena proses validasi ini hanya menggunakan satu iterasi, program berakhir hanya sampai pada tahap seleksi. Nilai individu 3 yang menjadi solusi penyelesaian data *dummy* untuk validasi ini dengan rute kendaraan 1 adalah 1-2-5-1-5-3-1 dan rute kendaraan 2 adalah 1-6-4-1.

Berdasarkan tahap validasi yang telah dipaparkan pada perhitungan manual sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa program MATLAB yang dibuat

telah berjalan sesuai dengan konsep VRP dan algoritma DE. Selain itu, *output* yang dihasilkan juga sama dengan perhitungan manual yang dilakukan. Jadi, program MATLAB yang dibuat dinyatakan valid.

4.1.3 Input Data, Pengolahan Data, dan Hasil

Setelah program tervalidasi, data diolah dengan program MATLAB diperoleh hasil berupa rute distribusi dan jumlah penggunaan kendaraan. Data yang dibutuhkan dapat dilihat pada bab 3 dan halaman lampiran. *Output* dari program yang telah dibuat adalah rute harian tiap kendaraan selama 20 hari kerja, kapasitas kendaraan yang digunakan, dan juga jarak tempuh total untuk masing-masing kendaraan. Asumsi dasar yang digunakan dalam kasus ini adalah sebagai berikut:

- Jarak antar titik yang diukur merupakan jarak sesuai dengan alur jalan dengan menggunakan bantuan peta digital *Google* dan diasumsikan jarak dari titik A ke titik B sama dengan jarak dari titik B ke titik A.
- Data kecepatan yang digunakan adalah kecepatan rata-rata yang berlaku konstan 20 km/jam yang digunakan untuk menghitung waktu tempuh.
- *Service time* dan batasan waktu (*time windows*) pada setiap titik sama.
- Waktu maksimal pemenuhan *demand* setiap titik distribusi adalah 20 hari.

Dalam pengambilan keputusan berapa jumlah kendaraan yang akan digunakan untuk analisis kelayakan investasi, tidak hanya mempertimbangkan jarak total tempuh terbaik, tetapi juga biaya tiap bulan yang harus dikeluarkan Perum BULOG divre DKI Jakarta. Pada penelitian ini, diberikan beberapa kombinasi penggunaan kendaraan 9 dan 18 ton secara berbeda. Kemudian, setiap kombinasi dilakukan perhitungan biaya tiap bulan yang harus dikeluarkan. Biaya tiap bulan terkecil yang akan dijadikan solusi untuk dilakukan analisis kelayakan investasi. Hasil *run* program dapat dilihat pada bagian lampiran 4.

Biaya per bulan terdiri dari biaya investasi tahun ke-0 dan biaya operasional yang meliputi biaya pemeliharaan, pajak kendaraan, asuransi, pergantian ban, dan KIR. Selain itu, terdapat nilai sisa kendaraan pada tahun ke 5. Berikut ini adalah biaya operasional tiap tahun dan rekap biaya per bulan yang harus dikeluarkan untuk setiap unit kendaraan jenis 9 ton dan 18 ton.

Tabel 4.19 Biaya operasional kendaraan 9 ton

Biaya	Unit	Biaya per Unit	Tahun 1		Tahun 2		Tahun 3		Tahun 4		Tahun 5	
			per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun
Biaya Pergantian Ban												
Kendaraan 9 ton	13779	Rp 36 /km	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528
Pajak Kendaraan												
Kendaraan 9 ton			Rp -	Rp 886.500	Rp -	Rp 531.900	Rp -	Rp 319.140	Rp -	Rp 191.484	Rp -	Rp 114.890
Biaya operasional												
Biaya Maintenance		Rp 1.000.000	Rp 1.000.000	Rp 12.000.000	Rp 1.100.000	Rp 13.200.000	Rp 1.210.000	Rp 14.520.000	Rp 1.331.000	Rp 15.972.000	Rp 1.464.100	Rp 17.569.200
Biaya KIR/6 bulan		Rp 400.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000
Asuransi												
Asuransi All Risk			Rp -	Rp 7.387.500	Rp -	Rp 7.387.500	Rp -	Rp 7.387.500	Rp -	Rp 7.387.500	Rp -	Rp 7.387.500
TOTAL			Rp 1.896.044	Rp 27.026.528	Rp 1.996.044	Rp 27.871.928	Rp 2.106.044	Rp 28.979.168	Rp 2.227.044	Rp 30.303.512	Rp 2.360.144	Rp 31.824.118
GRAND TOTAL			Rp	Rp 115.701.742,40								

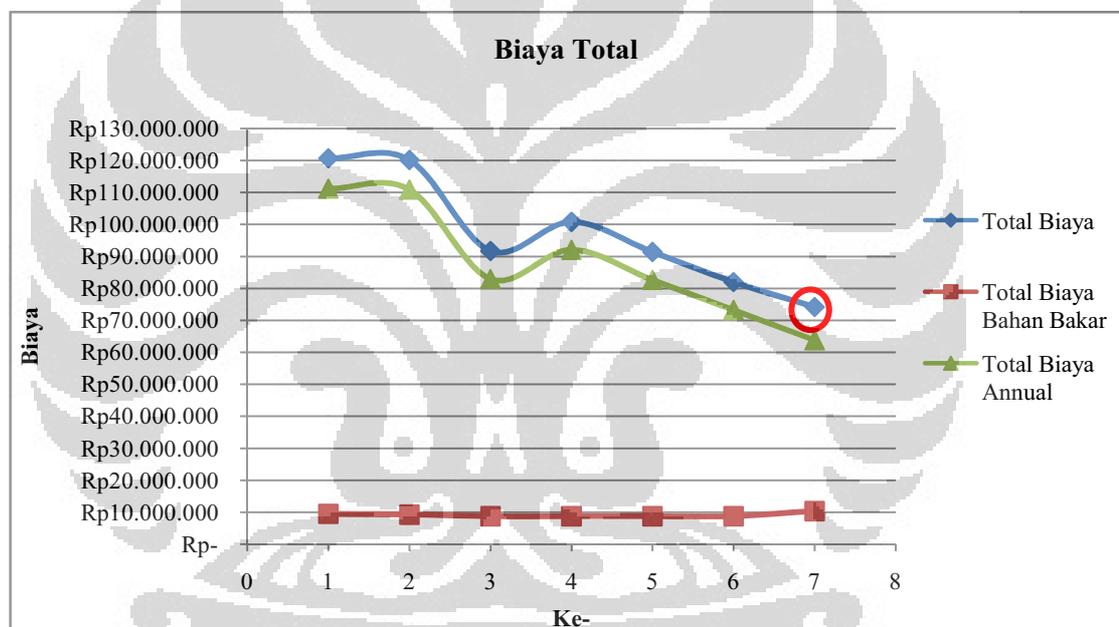
Tabel 4.20 Biaya operasional kendaraan 18 ton

Biaya	Unit	Biaya per Unit	Tahun 1		Tahun 2		Tahun 3		Tahun 4		Tahun 5	
			per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun
Biaya Pergantian Ban												
Kendaraan 18 ton	10442	Rp 90 /km	Rp 939.780	Rp 11.277.360	Rp 939.780	Rp 11.277.360	Rp 939.780	Rp 11.277.360	Rp 939.780	Rp 11.277.360	Rp 939.780	Rp 11.277.360
Pajak Kendaraan												
Kendaraan 18 ton			Rp -	Rp 1.968.000	Rp -	Rp 1.180.800	Rp -	Rp 708.480	Rp -	Rp 425.088	Rp -	Rp 255.053
Biaya operasional												
Biaya Maintenance		Rp 1.000.000	Rp 1.000.000	Rp 12.000.000	Rp 1.100.000	Rp 13.200.000	Rp 1.210.000	Rp 14.520.000	Rp 1.331.000	Rp 15.972.000	Rp 1.464.100	Rp 17.569.200
Biaya KIR/6 bulan		Rp 400.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000	Rp 400.000	Rp 800.000
Asuransi												
Asuransi All Risk			Rp -	Rp 16.400.000	Rp -	Rp 16.400.000	Rp -	Rp 16.400.000	Rp -	Rp 16.400.000	Rp -	Rp 16.400.000
TOTAL			Rp 2.339.780	Rp 42.445.360	Rp 2.439.780	Rp 42.858.160	Rp 2.549.780	Rp 43.705.840	Rp 2.670.780	Rp 44.874.448	Rp 2.803.880	Rp 46.301.613
GRAND TOTAL			Rp	Rp 175.310.972,80								

Tabel 4.23 Run program berbagai kombinasi penggunaan kendaraan

No	Kendaraan		Jarak Tempuh Rata-Rata		Total Jarak Tempuh Rata-Rata	Biaya BB		Total Biaya BB	Biaya Annual per Bulan per Kendaraan		Total Biaya per Bulan	Total Biaya Tiap Bulan
	9 ton	18 ton	9 ton	18 ton		9 ton	18 ton		9 ton	18 ton		
1	0	6	0	10571	10571	Rp -	Rp 9.513.900	Rp 9.513.900	Rp -	Rp 111.221.481	Rp 111.221.481	Rp 120.735.381
2	2	5	2709	8052	10761	Rp 2.031.500	Rp 7.247.100	Rp 9.278.600	Rp 18.230.063	Rp 92.684.568	Rp 110.914.631	Rp 120.193.231
3	3	3	5232	5386	10618	Rp 3.924.000	Rp 4.847.400	Rp 8.771.400	Rp 27.345.095	Rp 55.610.741	Rp 82.955.836	Rp 91.727.236
4	4	3	5901	4828	10729	Rp 4.425.375	Rp 4.345.200	Rp 8.770.575	Rp 36.460.127	Rp 55.610.741	Rp 92.070.867	Rp 100.841.442
5	5	2	8469	2672	11141	Rp 6.351.583	Rp 2.404.700	Rp 8.756.283	Rp 45.575.158	Rp 37.073.827	Rp 82.648.986	Rp 91.405.269
6	6	1	9766	1608	11374	Rp 7.324.500	Rp 1.446.750	Rp 8.771.250	Rp 54.690.190	Rp 18.536.914	Rp 73.227.104	Rp 81.998.354
7	7	0	13862	0	13862	Rp 10.396.250	Rp -	Rp 10.396.250	Rp 63.805.222	Rp -	Rp 63.805.222	Rp 74.201.472

Gambar 4.1 Total pengeluaran tiap bulan



Pada tabel 4.23, dapat dilihat bahwa jika hanya meminimumkan jarak tempuh seperti konsep *Vehicle Routing Problem* tanpa memertimbangkan biaya bahan bakar dan biaya per bulan, akan dipilih kombinasi 1 yang menggunakan 6 unit kendaraan 18 ton karena kombinasi ini memberikan jarak terpendek. Namun, jika memertimbangkan biaya justru kombinasi ini memberikan total biaya paling besar setiap bulannya. Berdasarkan tabel 4.23 dan gambar 4.1 diketahui bahwa penggunaan kendaraan 9 ton memberikan total biaya per bulan paling kecil.

Sehingga, keputusan investasi yang akan dinilai kelayakannya adalah investasi terhadap 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton.

4.2 Analisis Kelayakan Investasi

Berdasarkan perhitungan biaya per bulan pada tahap pengolahan data sebelumnya, akan dilakukan analisis kelayakan untuk menilai sejauh mana keuntungan yang akan diperoleh Perum BULOG divre DKI Jakarta dalam melakukan investasi 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton. Hal ini bertujuan untuk mengetahui alternatif mana yang akan memberikan keuntungan lebih baik bagi perusahaan dan mengetahui apakah investasi yang akan dilakukan dapat mengembalikan uang yang telah diinvestasikan dalam jangka waktu tertentu ataupun tidak. Dengan demikian, resiko kegagalan dalam berinvestasi dapat dihindari.

Aspek finansial bertujuan untuk mengetahui seberapa besar modal yang dibutuhkan untuk melakukan investasi, berapa besar tingkat pengembalian, dan berapa lama waktu pengembalian. Keseluruhan aspek finansial tersebut akan dibahas pada penelitian ini, mulai dari biaya investasi yang diperlukan, biaya operasional, sumber dana investasi, depresiasi yang terjadi setiap tahun, besar kredit yang harus dibayarkan, dan proyeksi pendapatan. Pada bagian akhir, juga akan dijelaskan mengenai proyeksi laporan laba rugi dan arus kas tahunan serta analisis kelayakan bisnis itu sendiri.

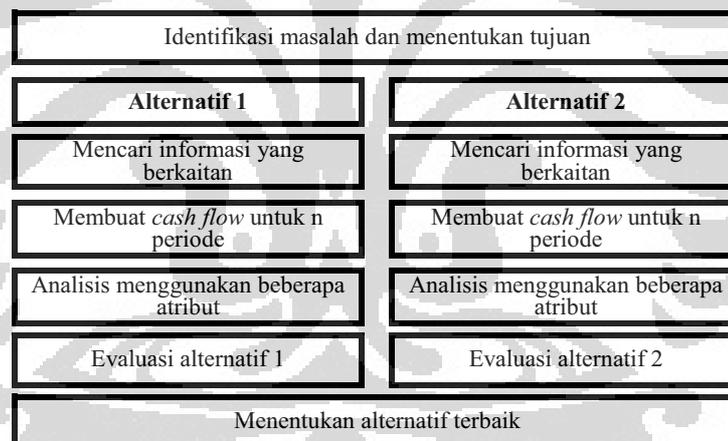
Tahapan pembuatan keputusan investasi dilakukan dengan pendekatan *Engineering Economy Approach* (Blank dan Tarquin, 2005). Pendekatan ini dapat dilihat pada gambar 4.2. Tahapan *Engineering Economy Approach* ini akan dijadikan sebagai acuan dalam melakukan studi kelayakan agar penjelasan mengenai analisis kelayakan investasi alat angkut bagi Perum BULOG divre DKI Jakarta lebih sistematis.

4.2.1 Identifikasi Masalah dan Menetapkan Tujuan

Tahap ini merupakan tahap dasar yang harus dilakukan dalam pengambilan keputusan, yaitu mengidentifikasi masalah dan menetapkan tujuan yang akan dicapai. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap alternatif apa

saja yang mungkin ada dan layak untuk dievaluasi. Pada penelitian ini, diidentifikasi masalah yang ada adalah Perum BULOG divre DKI Jakarta memerlukan suatu studi kelayakan investasi alat angkut dalam melakukan pendistribusian raskin dengan tujuan meningkatkan profit perusahaan. Jadi, alternatif yang akan dipilih pada studi kelayakan ini adalah alternatif yang akan memberikan keuntungan lebih baik terhadap Perum BULOG divre DKI Jakarta.

Terdapat dua alternatif yang nantinya akan dievaluasi. Alternatif yang pertama adalah membeli 7 unit kendaraan baru berkapasitas 9 ton untuk melakukan pendistribusian raskin. Jumlah kendaraan yang akan diinvestasikan berdasarkan *output* dari optimasi rute dan biaya *annual* pada tahap pengolahan data sebelumnya. Alternatif kedua adalah tetap menggunakan pihak *outsourcing* dalam melakukan pendistribusian raskin. *Outsource* ini dipercayakan kepada Koperasi Jaya dan PT Laksana dengan biaya Rp 49/kg raskin yang diangkut dengan laba bersih yang diterima Perum BULOG senilai Rp 4/kg.



Gambar 4.2 *Engineering Economy Approach*

(Sumber: Blank, Tarquin, 2005)

4.2.2 Mencari Informasi yang Berkaitan

Pencarian informasi untuk masing-masing alternatif diperoleh berdasarkan hasil observasi langsung dan juga berdasarkan data historis yang dimiliki Perum BULOG divre DKI Jakarta. Informasi yang dibutuhkan adalah segala informasi yang berhubungan dengan biaya pendistribusian raskin terutama mengenai kendaraan. Informasi yang dibutuhkan untuk masing-masing alternatif telah dijelaskan pada bab sebelumnya, yaitu pengumpulan data.

4.2.3 Membuat *Cashflow*

Cashflow, arus kas adalah estimasi aliran uang masuk dan aliran uang keluar yang terjadi pada perusahaan. Uang tunai atau *cash* merupakan saldo sisa dari arus kas masuk dikurangi arus kas keluar yang berasal dari periode-periode lalu. Arus kas bersih (*net cashflow*) mengacu pada arus kas masuk dikurangi arus kas keluar pada periode berjalan. Arus kas menghitung arus masuk saat kas diterima walaupun belum dihasilkan dan menghitung arus keluar saat kas dibayarkan walaupun beban belum terjadi. Laporan arus kas melaporkan ukuran arus kas untuk tiga aktivitas utama dalam bisnis yaitu operasi, investasi, dan pendanaan.

Cashflow dibuat berdasarkan umur ekonomis dari kendaraan, yaitu 5 tahun. Studi kelayakan tidak dapat dilakukan tanpa mengestimasi *cashflow* untuk 5 tahun ke depan. Untuk mengetahui *cashflow*, diperlukan tahapan yang cukup panjang dimulai dari penentuan biaya investasi awal, biaya operasional, sumber dana investasi, depresiasi yang terjadi setiap tahun, besar kredit yang harus dibayarkan, proyeksi pendapatan, dan lain-lain.

4.2.3.1 Biaya Investasi Awal

Biaya investasi awal, *capital expenditure*, adalah pengeluaran yang dilakukan perusahaan dengan harapan akan memberikan manfaat atau hasil pada masa yang akan datang. Biaya investasi hanya dikeluarkan untuk alternatif pertama karena untuk alternatif kedua tidak dilakukan biaya investasi tambahan. Berikut ini adalah investasi awal untuk alternatif pertama.

Tabel 4.24 Biaya investasi kendaraan 1

Kendaraan 1		
Jenis	Mitsubishi Colt Diesel Super HD FE 75	
Karakteristik	Jenis Bahan Bakar	Solar
	Rasio Bahan Bakar	1 : 6
	GWV	8250 kg
Harga Chasis Truk/unit	Rp	250.500.000
Harga Bak Kayu Terbuka	Rp	45.000.000
Harga Beli/unit	Rp	295.500.000
Jumlah Kendaraan yang Diperlukan	7 Buah	
Total Biaya Pembelian	Rp	2.068.500.000

Tabel 4.25 Biaya peralatan dan perlengkapan tambahan

Biaya Peralatan Perlengkapan Tambahan				
Rincian	Unit	Jumlah Unit	Biaya/Unit	Total Biaya
Terpal	m ²	350	Rp 25.000	Rp 8.750.000
Tali	m	350	Rp 6.000	Rp 2.100.000
Gancok	buah	28	Rp 20.000	Rp 560.000
TOTAL				Rp 11.410.000

Diasumsikan bahwa setiap kendaraan membutuhkan 50m² terpal, 50 m tali, dan 4 buah gancok

Tabel 4.26 Total biaya investasi awal

KOMPONEN BIAYA	BIAYA
Pembelian Kendaraan	Rp 2.068.500.000
Biaya Peralatan Perlengkapan Tambahan	Rp 11.410.000
Modal Kerja	Rp 145.260.882
TOTAL INVESTASI AWAL	Rp 2.225.170.882

4.2.3.2 Sumber Dana Investasi

Berdasarkan tabel 4.26 dapat dilihat bahwa total investasi yang diperlukan untuk membeli 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton dan beberapa perlengkapan tambahan adalah Rp 2.225.170.882. Total biaya investasi ini didanai oleh dua sumber keuangan, yaitu modal pribadi dan pinjaman bank. Berikut ini besar investasi untuk masing-masing sumber dana.

Tabel 4.27 Sumber dana investasi awal

Sumber Keuangan	
Total Biaya Investasi	Rp 2.225.170.882
Modal Pribadi	Rp 890.068.353
Pinjaman bank	Rp 1.335.102.529

4.2.3.3 Biaya Operasional

Biaya operasional, *operational expenditure*, adalah biaya yang harus dilakukan untuk setiap aktivitas pendistribusian. Untuk alternatif kedua, tidak terdapat biaya operasional tambahan yang harus dikeluarkan oleh Perum BULOG divre DKI Jakarta selain biaya jasa sebesar Rp 49/kg raskin yang diangkut. Sedangkan untuk alternatif pertama, biaya operasional yang harus dikeluarkan adalah biaya bahan bakar, biaya pergantian ban, biaya gaji supir dan pendamping, pajak kendaraan, biaya perawatan kendaraan, biaya KIR, dan biaya asuransi. Berikut ini adalah detail biaya operasional untuk alternatif pertama.

Tabel 4.28 Biaya operasional selama 5 tahun

Biaya	Unit	Biaya per Unit	Tahun 1		Tahun 2		Tahun 3		Tahun 4		Tahun 5	
			per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun	per bulan	per tahun
Biaya Gaji Pegawai												
Gaji supir dan pendamping	259 titik	Rp 60.000	Rp 15.540.000	Rp 186.480.000	Rp 17.094.000	Rp 205.128.000	Rp 18.803.400	Rp 225.640.800	Rp 20.683.740	Rp 248.204.880	Rp 22.752.114	Rp 273.025.368
Gaji tetap supir	7 orang	Rp 1.000.000	Rp 7.000.000	Rp 84.000.000	Rp 7.000.000	Rp 84.000.000	Rp 7.000.000	Rp 84.000.000	Rp 7.000.000	Rp 84.000.000	Rp 7.000.000	Rp 84.000.000
Gaji tetap pendamping	7 orang	Rp 750.000	Rp 5.250.000	Rp 63.000.000	Rp 5.250.000	Rp 63.000.000	Rp 5.250.000	Rp 63.000.000	Rp 5.250.000	Rp 63.000.000	Rp 5.250.000	Rp 63.000.000
Biaya Bahan Bakar												
Kendaraan 9 ton	13779 km	Rp 750	Rp 10.334.250	Rp 124.011.000	Rp 10.334.250	Rp 124.011.000	Rp 10.334.250	Rp 124.011.000	Rp 10.334.250	Rp 124.011.000	Rp 10.334.250	Rp 124.011.000
Biaya Pergantian Ban												
Kendaraan 9 ton	13779 km	Rp 36	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528	Rp 496.044	Rp 5.952.528
Pajak Kendaraan												
Kendaraan 9 ton			Rp -	Rp 6.205.500	Rp -	Rp 3.723.300	Rp -	Rp 2.233.980	Rp -	Rp 1.340.388	Rp -	Rp 804.233
Biaya operasional												
Biaya Maintenance	7 unit	Rp 1.000.000	Rp 7.000.000	Rp 84.000.000	Rp 7.700.000	Rp 92.400.000	Rp 8.470.000	Rp 101.640.000	Rp 9.317.000	Rp 111.804.000	Rp 10.248.700	Rp 122.984.400
Biaya KIR/6 bulan	7 unit	Rp 400.000	Rp 2.800.000	Rp 5.600.000	Rp 2.800.000	Rp 5.600.000	Rp 2.800.000	Rp 5.600.000	Rp 2.800.000	Rp 5.600.000	Rp 2.800.000	Rp 5.600.000
Asuransi												
Asuransi All Risk			Rp -	Rp 51.712.500	Rp -	Rp 51.712.500	Rp -	Rp 51.712.500	Rp -	Rp 51.712.500	Rp -	Rp 51.712.500
TOTAL			Rp 48.420.294	Rp 610.961.528	Rp 50.674.294	Rp 635.527.328	Rp 53.153.694	Rp 663.790.808	Rp 55.881.034	Rp 695.625.296	Rp 58.881.108	Rp 731.090.029
GRAND TOTAL			Rp	2.641.369.692,80								

4.2.3.4 Depresiasi

Depresiasi adalah pengurangan nilai suatu asset. Metode depresiasi adalah suatu cara yang digunakan untuk menghitung besar pengurangan nilai suatu asset yang dimiliki perusahaan dan merepresentasikan pengurangan nilai dana yang diinvestasikan ada asset tersebut. Terdapat beberapa macam metode depresiasi, tetapi metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *double declining balance*. Untuk alternatif kedua, tidak ada biaya depresiasi. Untuk alternatif pertama, *first cost* merupakan harga beli kendaraan, yaitu Rp 2.068.500.000. Diasumsikan umur kendaraan adalah lima tahun dan *salvage value* tahun ke-5 adalah Rp 22.000.000 per kendaraan. Berikut ini adalah detail depresiasi selama lima tahun untuk 7 unit kendaraan.

Tabel 4.29 Depresiasi kendaraan

Tahun	Kendaraan 9 ton	
	Depresiasi	Nilai Buku
0		Rp 2.068.500.000,00
1	Rp 827.400.000,00	Rp 1.241.100.000,00
2	Rp 496.440.000,00	Rp 744.660.000,00
3	Rp 297.864.000,00	Rp 446.796.000,00
4	Rp 178.718.400,00	Rp 268.077.600,00
5	Rp 107.231.040,00	Rp 160.846.560,00

4.2.3.5 Kredit

Berdasarkan tabel 4.27 diketahui besar pinjaman bank yang dimiliki adalah Rp 1.335.102.529. Pinjaman ini memiliki jangka waktu pelunasan selama 3 tahun dengan suku bunga pinjaman 12% per tahun. Cara pelunasan pinjaman yang dipilih adalah cicilan pokok dan bunga kredit sisa dibayarkan tiap akhir tahun. Berikut ini adalah tabel biaya kredit terhadap pinjaman yang dilakukan.

Tabel 4.30 Biaya kredit

Tahun	Cicilan Pokok	Sisa Kredit	Bunga Kredit	Jumlah Pembayaran Kredit
0	-	Rp 1.335.102.529	-	-
1	Rp 445.034.176	Rp 890.068.353	Rp 160.212.304	Rp 1.495.314.833
2	Rp 445.034.176	Rp 445.034.176	Rp 106.808.202	Rp 996.876.555
3	Rp 445.034.176	Rp -	Rp 53.404.101	Rp 498.438.278

4.2.3.6 Pendapatan

Kuantum raskin berdasarkan pagu raskin tahun 2010 dan diasumsikan seluruh pagu raskin tersalurkan ke RTS-PM dan jumlah RTS-PM tetap. Besar pagu raskin tiap bulan untuk wilayah DKI Jakarta adalah 2.700.135 kg. Untuk alternatif pertama, pendapatan yang diperoleh Perum BULOG divre DKI berasal dari Pemerintah atas jasa pengangkutan yang dilaksanakan, yaitu Rp 53/kg. Sedangkan alternatif kedua, pendapatan berasal dari Pemerintah yang telah dikurangi biaya *outsorce* untuk melakukan pendistribusian raskin. Besar pendapatan bersih alternatif kedua ini adalah Rp 4/kg. Berikut ini adalah pendapatan untuk alternatif pertama per tahun.

Tabel 4.31 Pendapatan alternatif 1

Kuantum Raskin (kg)	Total Pendapatan
32.401.620	Rp 1.717.285.860

4.2.3.7 Laporan Laba Rugi

Laporan laba rugi (*Income Statement* atau *Profit and Loss Statement*) merupakan bagian dari laporan keuangan suatu perusahaan yang dihasilkan pada suatu periode akuntansi yang menjabarkan unsur-unsur pendapatan dan beban perusahaan sehingga menghasilkan suatu laba (atau rugi) bersih. Laporan laba rugi adalah suatu bentuk laporan keuangan yang menyajikan informasi hasil usaha perusahaan yang isinya terdiri dari pendapatan usaha dan beban usaha untuk satu periode akuntansi tertentu. Unsur-unsur laporan laba rugi, yaitu pendapatan dan beban atau biaya.

Untuk alternatif kedua, Perum BULOG pasti menerima laba bersih tetap sebesar $\text{Rp } 4/\text{kg} \times 2.700.135 \text{ kg} \times 12 = \text{Rp } 129.606.480$ setiap tahun. Untuk alternatif pertama, tabel 4.32 menjelaskan secara detail laporan laba rugi selama 5 tahun.

Dari hasil perhitungan biaya investasi, operasional, kredit, depresiasi, pendapatan, dan laba rugi atas investasi alternatif pertama, dibuatlah arus kas berdasarkan informasi tersebut. Tabel 4.33 menunjukkan laporan arus kas yang diperoleh untuk alternatif pertama, yaitu membeli 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton. Kemudian, laporan arus kas ini akan dianalisis pada tahap selanjutnya.

4.2.4 Analisis dan Evaluasi

Pada tahap ini, dilakukan penilaian terhadap masing-masing alternatif. Kriteria yang digunakan untuk menilai kelayakan suatu investasi alat angkut adalah NPV, IRR, dan *discounted payback period*. Berikut ini perhitungan yang dilakukan dalam studi kelayakan investasi alat angkut Perum BULOG divre DKI Jakarta.

Untuk setiap investasi yang dilakukan, setiap investor mengharapkan menerima uang yang lebih banyak dari yang telah diinvestasikan. Tingkat pengembalian ini dikenal dengan IRR (*Interest Rate of Return*) atau ROR (*Rate of Return*). Tingkat pengembalian yang diharapkan harus lebih besar atau minimal sama dengan MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*). Umumnya, nilai MARR lebih besar dari bunga simpanan di bank ataupun investasi yang memiliki resiko kegagalan yang kecil. Blank dan Tarquin menjelaskan bahwa perusahaan menentukan nilai MARR dalam studi kelayakan selalu lebih besar dari *Weighted Average Cost of Capital* (WACC). WACC adalah kombinasi dari *debt* dan *equity financing*, kombinasi sumber dana yang berasal dari modal pribadi dan pinjaman.

Berdasarkan tabel 4.27 diperoleh perbandingan sumber dana pribadi dan pinjaman sebesar 0,4 : 0,6 dari total biaya investasi awal. Selain itu, diasumsikan besar bunga deposito bank adalah 6,80% per tahun dan bunga kredit sebesar 12% per tahun. Berdasarkan informasi ini diketahui bahwa besar WACC adalah $(0,4 \times 6,8\%) + (0,6 \times 12\%) = 10\%$. Berdasarkan WACC inilah ditetapkan nilai MARR sebesar 13%, lebih besar 3% dari WACC yang diperoleh berdasarkan perhitungan sebelumnya. Berikut ini adalah perhitungan terhadap tingkat pengembalian (IRR) dari suatu investasi atas penggunaan sejumlah dana.

Tabel 4.34 menyediakan resume arus kas untuk masing-masing alternatif, baik pendapatan dan pengeluaran di waktu mendatang dari suatu rencana investasi atau perencanaan pengadaan aset tertentu. Sehingga, apabila arus kas di masa mendatang dapat diperkirakan dengan pasti dan dengan penentuan tingkat suku bunga yang dipilih, nilai saat ini (*present value* atau *present worth*) dari rencana investasi tersebut akan dapat dihitung.

Tabel 4.34 Resume arus kas alternatif 1 (kiri) dan alternatif 2 (kanan)

Tahun	Net Cash Flow	Tahun	Net Cash Flow
0	Rp (890.068.353)	0	Rp -
1	Rp 477.065.548	1	Rp 129.606.480
2	Rp 454.416.304	2	Rp 129.606.480
3	Rp 447.488.752	3	Rp 129.606.480
4	Rp 893.878.851	4	Rp 129.606.480
5	Rp 853.546.880	5	Rp 129.606.480

Tabel 4.35 Arus kas *incremental*

Tahun	Net Cash Flow
0	Rp (890.068.353)
1	Rp 347.459.068
2	Rp 324.809.824
3	Rp 317.882.272
4	Rp 764.272.371
5	Rp 723.940.400
Δ IRR	38%
Δ NPV	Rp 756.028.837

Berdasarkan tabel 4.35, dapat diketahui bahwa IRR yang diperoleh adalah 38% dan NPV senilai Rp 756.028.837. Jangka waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh keuntungan yang sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk investasi tersebut dalam bentuk *present value*. Tabel 4.36 menunjukkan bahwa jangka waktu pengembalian modal adalah tahun ke-4 karena pada tahun tersebut arus kas sudah positif.

Tabel 4.36 Perhitungan *discounted payback period*

Tahun	NPV
0	Rp -
1	Rp (582.451.783)
2	Rp (327.861.804)
3	Rp (107.272.458)
4	Rp 362.267.394
5	Rp 756.028.837

4.2.5 Menentukan Alternatif Terbaik

Analisis kelayakan memiliki tujuan untuk memberikan penilaian terhadap setiap alternatif investasi, sehingga diketahui investasi mana yang lebih baik dan yang lebih menguntungkan bagi perusahaan sehingga dapat meminimalisasi resiko kerugian. Melalui analisis kelayakan investasi aspek finansial, setiap perusahaan ataupun individu mengetahui berapa besar modal yang harus ditanam, berapa besar tingkat pengembalian, dan kapan waktu pengembalian terhadap investasi yang dilakukan. Berikut ini adalah analisis hasil studi investasi alat angkut Perum BULOG divre DKI Jakarta.

Berdasarkan studi pengolahan data diketahui bahwa Perum BULOG memiliki alternatif untuk melakukan investasi 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton. Untuk setiap unit kendaraan ini, harga beli per unit adalah Rp 295.500.000, sehingga total biaya pembelian 7 unit kendaraan adalah Rp 2.068.500.000. Jika ditambah biaya pembelian peralatan dan perlengkapan baru senilai Rp 11.400.000 dan juga modal kerja sebesar Rp 145.260.882, total biaya investasi yang harus dikeluarkan oleh Perum BULOG adalah Rp 2.225.170.882. Modal kerja ini ditujukan untuk pembiayaan operasional yang dibutuhkan dalam pendistribusian sebelum Pemerintah membayarkan upah jasa kepada Perum BULOG divre DKI Jakarta. Total biaya investasi senilai Rp 2.225.170.882 dibiayai dengan sumber dana 40% berasal dari kas Perum BULOG dan sisanya berasal dari pinjaman bank dengan bunga 12% per tahun dengan periode waktu pelunasan 3 tahun.

Pada penelitian ini, diasumsikan bahwa umur kendaraan adalah 5 tahun dengan total biaya operasional selama 5 tahun adalah Rp 2.641.369.962. Biaya operasional ini meliputi biaya gaji supir, bahan bakar, pergantian ban, pajak kendaraan, perawatan, dan asuransi. Selain biaya operasional, kendaraan yang diinvestasikan juga mengalami depresiasi setiap tahunnya. Metode depresiasi yang digunakan adalah *double declining balance*, dimana nilai depresiasi tahun pertama besar dan terus menurun setiap tahunnya. Pemilihan metode depresiasi ini bertujuan agar studi kelayakan yang dilakukan dapat lebih mendekati keadaan nyata dan juga strategi pajak penghasilan.

Berdasarkan arus kas yang telah diperoleh sebelumnya diketahui bahwa hasil IRR *incremental* terhadap modal pribadi yang dihasilkan adalah 38%. Nilai

ini jauh di atas MARR yang diasumsikan, yaitu 13%. Berdasarkan penilaian IRR ini dihasilkan bahwa rencana investasi terhadap 7 unit kendaraan 9 ton layak dilaksanakan.

Jika dinilai dari nilai *present worth* terhadap modal pribadi yang diinvestasikan, dihasilkan *present worth* sebesar Rp 756.028.837. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ekivalensi pada saat ini dari arus kas (*cashflow*), pendapatan dan pengeluaran, yang dilakukan di waktu mendatang dari rencana investasi sangat menguntungkan. Pada analisis NPV, sebuah rencana investasi dapat diterima apabila rencana investasi tersebut mempunyai *Net Present Value* yang positif, $NPV > 0$. Semakin besar nilai NPV, maka akan semakin baik pula alternatif investasi tersebut untuk dipilih. Berdasarkan penilaian *Net Present Value* yang dihasilkan maka rencana investasi 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton dinilai layak untuk dijalankan.

Jika dinilai dari *Discounted Payback Period*, periode pengembalian untuk investasi alat angkut bagi Perum BULOG diketahui terjadi pada tahun ke-4. *Discounted payback period* merupakan suatu ukuran dari kecepatan pengembalian dana ke bidang usaha bersangkutan. Jadi, dapat dikatakan bahwa waktu pengembalian investasi ini berlangsung cukup lama karena arus kas menjadi positif mulai tahun ke-4. Jangka waktu pengembalian yang cukup lama mungkin disebabkan total biaya investasi yang dikeluarkan pada tahun ke-0 sangat besar. Berdasarkan hasil ketiga perhitungan sebelumnya, diperoleh hasil bahwa alternatif pertama, yaitu investasi 7 unit kendaraan 9 ton layak untuk dilaksanakan. Berikut ini adalah resume atas studi kelayakan yang telah dilakukan.

Tabel 4.37 Resume studi kelayakan

No.	UNSUR	URAIAN
1	Jenis Usaha	Jasa Angkutan Raskin divre DKI Jakarta
2	Investasi Alat Angkut	Rp 2.225.170.882,00
3	Sumber Dana	Kredit Rp 1.335.102.529,20
		Modal Pribadi Rp 890.068.352,80
4	Jangka Waktu Kredit	3 tahun
5	Suku Bunga Kredit	12% per tahun
6	Umur Kendaraan	5 tahun
7	Kriteria Kelayakan Usaha	
	IRR modal Pribadi	38,47%
	Present Worth	Rp 756.028.837
	Pay Back Period	Tahun ke-4
PENILAIAN		LAYAK DILAKSANAKAN

4.3 Analisis

Analisis lebih lanjut hanya akan difokuskan pada analisis terhadap pengolahan data yang berhubungan dengan MATLAB. Sedangkan analisis mengenai hasil studi kelayakan investasi alat angkut bagi Perum BULOG divre DKI Jakarta telah dijelaskan secara lengkap dan jelas pada bagian analisis kelayakan investasi sebelumnya. Berikut ini adalah analisis mengenai penyelesaian masalah SDVRPTW algoritma *Differential Evolution* yang dalam pengaplikasiannya menggunakan program yang dijalankan melalui perangkat lunak MATLAB.

4.3.1 Analisis Program

Program SDVRPTW algoritma DE yang telah dibuat secara umum dapat berjalan dengan baik. Mulai dari bagian input sampai *output* telah sesuai dengan yang diharapkan. Jika suatu saat data mengalami perubahan, pada bagian input data, pengguna dapat dengan mudah merubah data. Selain mengubah secara langsung pada program MATLAB yang telah dibuat, perubahan juga dapat dilakukan dengan mengubah data yang terdapat pada bagian excel, *demand*, jarak, dan waktu. Pada bagian *output*, program juga sudah dengan jelas menampilkan rute tiap kendaraan untuk setiap harinya selama 20 hari kerja.

Selain itu, seperti yang telah dijelaskan pada bagian validasi, telah ditunjukkan bahwa program yang dibuat telah menghasilkan *output* yang sesuai dengan konsep *Vehicle Routing Problem* (VRP) dan algoritma *Differential Evolution* (DE). Mulai dari tahap inisialisasi, reproduksi (pembuatan populasi awal), mutasi, rekombinasi, dan seleksi individu calon solusi telah sesuai dengan konsep DE. Hal ini ditunjukkan melalui *output* rute kendaraan harian dan total jarak tempuh setiap kendaraan telah sesuai dengan perhitungan manual VRP dan algoritma DE.

Apabila program ini ingin digunakan pada kasus lain, tetapi tetap menyangkut masalah *Split Delivery Vehicle Routing Problem* algoritma DE, program ini dapat digunakan.. Hanya memerlukan sedikit perubahan pada bagian input data dan asumsi yang digunakan. Oleh karena itu, perlu ada penyesuaian asumsi-asumsi, seperti jarak antar titik dapat diukur sesuai dengan keadaan aktual

(jalur aktual yang dilalui) berdasarkan odometer kendaraan ataupun teknologi GPS. Kemudian, untuk memperoleh waktu tempuh antar titik yang lebih mendekati kondisi aktual, dapat dikumpulkan data waktu tempuh antar titik dengan menggunakan asumsi kecepatan yang berbeda-beda setiap region sesuai dengan kondisi aktual yang ada ataupun distribusi kecepatan yang berbeda-beda untuk setiap rentang waktu mulai pukul 08.00-16.00.

4.3.2 Analisis Penetapan Parameter Kontrol

Penetapan parameter kontrol yang terdapat pada tahap inialisai sangat mempengaruhi kinerja DE. Mulai dari keandalan solusi yang dihasilkan dan juga waktu komputasi. Pada penelitian ini, dilakukan sekitar 66 kali percobaan untuk menguji masing-masing kombinasi F dan Cr. Sedangkan untuk parameter kontrol unuran populasi (N_p) dan jumlah iterasi menggunakan jurnal sebagai referensi utama.

Nilai F yang digunakan dalam studi parameter mulai dari rentang 0,4-1 dan nilai Cr yang digunakan antara 0-1. Nilai ini diambil berdasarkan jurnal-jurnal *Differential Evolution* yang menyatakan bahwa nilai F dan Cr pada rentang nilai tersebut efektif. Jadi, terdapat 66 kombinasi nilai F dan Cr yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil studi parameter yang dilakukan terhadap 66 kombinasi parameter ini diperoleh nilai terbaik dengan parameter total jarak tempuh minimum adalah nilai $F = 0,6$ dan $Cr = 0,4$. Oleh karena itu, nilai F dan Cr ini dijadikan dasar untuk pengolahan data.

4.3.3 Analisis Waktu Komputasi

Waktu komputasi dipengaruhi oleh ukuran populasi (N_p) dan jumlah iterasi. Semakin besar ukuran populasi dan jumlah iterasi maka waktu komputasi akan semakin lama. Hal ini disebabkan program akan memerlukan waktu yang lebih lama untuk mencari kombinasi yang paling optimal sampai kriteria iterasi terpenuhi. Permasalahan VRP merupakan permasalahan *Non Polynomianl-hard* (*NP-hard*), dimana semakin besarnya permasalahan (semakin banyak jumlah konsumen), maka usaha perhitungan untuk menyelesaikan masalah akan semakin

besar. Usaha ini akan sebanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh solusi terbaik.

Pada penelitian ini digunakan ukuran populasi sebesar 5-D. Dasar pemilihan ukuran populasi sebesar 5-D adalah berdasarkan jurnal. Dalam jurnal yang digunakan dalam penelitian ini, dikatakan bahwa nilai N_p yang disarankan adalah 5-10 D. Namun, karena alasan waktu komputasi yang sangat lama, maka ditetapkan nilai N_p sebesar 5-D sehingga tidak terlalu memakan waktu yang lama untuk komputasi, tetapi tetap memastikan DE memiliki ruang yang cukup untuk mencari solusi terbaik.

Untuk jumlah iterasi maksimum, digunakan jumlah iterasi sebesar 1000. Program baru akan berhenti bila telah melakukan 1000 iterasi.. Hal ini tentu saja memakan waktu lebih lama dalam hal komputasi. Namun, penerapan jumlah iterasi yang sangat banyak ini diharapkan akan menghasilkan solusi yang lebih baik. Dalam hal waktu komputasi dengan nilai $N_p = 1295$ (5-D) dan iterasi maksimum = 1000, program yang dibuat memiliki waktu yang cukup lama yaitu sekitar 40-50 menit untuk sekali *run*.

4.3.4 Analisis Biaya

Tujuan pembuatan program untuk menyelesaikan permasalahan VRP menggunakan perangkat lunak MATLAB ini adalah mencari rute terbaik yang menghasilkan jarak tempuh minimum. Secara langsung, penghematan jarak tempuh yang juga akan menghemat biaya transportasinya, terutama biaya bahan bakar. Namun, perhitungan data pada penelitian ini selain meminimumkan jarak tempuh juga mempertimbangkan total biaya investasi yang harus dikeluarkan karena tujuan akhir penelitian ini adalah memperoleh analisis kelayakan investasi yang paling menguntungkan. Oleh sebab itu, pengambilan keputusan melibatkan biaya investasi dan biaya operasional. Sehingga, hasil pengolahan menggunakan MATLAB harus dikomparasikan dengan total biaya *annual* yang harus dikeluarkan oleh Perum BULOG divre DKI Jakarta.

Berdasarkan tabel diperoleh bahwa penggunaan kendaraan 18 ton akan menghasilkan total jarak tempuh minimum, yaitu 10.571 km, sedangkan penggunaan kendaraan 9 ton menghasilkan total jarak tempuh rata-rata 13.862

km. Jika hanya meminimumkan total jarak tempuh pasti telah dipilih investasi terhadap kendaraan 18 ton. Namun, jika melihat pada biaya *annual* tiap bulan termasuk biaya investasi kendaraan 18 ton, kombinasi investasi yang hanya menggunakan kendaraan 18 ton akan menghasilkan biaya yang jauh lebih tinggi, yaitu Rp 120.735.381 per bulan untuk 6 unit kendaraan, sedangkan kombinasi investasi kendaraan 9 ton hanya Rp 74.201.472 per bulan untuk 7 unit kendaraan. Karena itu, pada tahap pengolahan data disimpulkan bahwa kombinasi terakhir yang menggunakan 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton adalah keputusan yang terbaik.

4.3.5 Analisis Utilitas Kendaraan

Seperti yang telah diketahui, optimasi utilitas kendaraan sangat penting peranannya dalam merencanakan rute distribusi pengiriman produk. Dengan adanya utilisasi kendaraan yang optimal, akan didapatkan suatu penentuan rute distribusi yang lebih baik, yaitu akan dapat menghasilkan jumlah rute yang seminimal mungkin. Secara umum, *output* program sebenarnya telah menghasilkan alokasi rute yang hampir merata untuk setiap kendaraan. Namun, dari 40 percobaan yang dilakukan, terdapat beberapa percobaan yang menunjukkan penggunaan kendaraan yang kurang merata. Hal ini disebabkan oleh konsep pembuatan program yang mengoptimalkan penggunaan sebuah kendaraan.

4.3.6 Analisis Sensitivitas Kelayakan Investasi

Analisis sensitivitas kelayakan usaha investasi penting untuk dilakukan karena komponen-komponen biaya dan pendapatan yang terdapat pada arus kas didasarkan pada asumsi tertentu yang memungkinkan terjadinya kesalahan. Asumsi-asumsi tersebut mungkin lebih besar atau lebih kecil dari hasil estimasi yang diperoleh atau berubah pada saat-saat tertentu. Untuk mengurangi resiko ini, analisis sensitivitas digunakan untuk menguji tingkat sensitivitas terhadap perubahan faktor atau parameter.

Perubahan yang terjadi pada nilai parameter tentunya akan mengakibatkan perubahan pada tingkat *output* suatu alternatif investasi. Perubahan-perubahan tingkat *output* ini memungkinkan keputusan akan berubah dari suatu alternatif ke

alternatif lainnya. Apabila perubahan faktor atau parameter mengakibatkan perubahan keputusan investasi maka keputusan investasi tersebut dikatakan sensitif terhadap perubahan nilai parameter atau faktor tersebut.

Untuk mengetahui seberapa sensitif suatu keputusan terhadap perubahan faktor atau parameter yang mempengaruhinya, setiap pengambilan keputusan pada ekonomi teknik hendaknya disertai dengan analisis sensitivitas. Analisis ini akan memberikan gambaran sejauh mana suatu keputusan akan cukup kuat berhadapan dengan perubahan faktor atau parameter yang mempengaruhi. Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah nilai dari suatu parameter pada suatu saat untuk selanjutnya dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap akseptabilitas suatu alternatif investasi.

Pada analisis sensitivitas kelayakan investasi ini akan dibuat dalam tiga macam skenario. Skenario pertama adalah skenario kenaikan harga bahan bakar kendaraan, skenario kedua adalah skenario kenaikan biaya investasi awal, dan skenario ketiga adalah skenario penurunan jumlah Rumah Tangga sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM). Untuk masing-masing skenario, terdapat empat level berbeda, yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20%. Asumsi yang digunakan pada analisis sensitivitas ini sama dengan asumsi yang digunakan pada pengolahan data. MARR yang digunakan pada analisis sensitivitas ini adalah 13%.

Pada skenario pertama ini, terjadi kenaikan harga bahan bakar kendaraan. Kenaikan harga bahan bakar kendaraan ini mungkin disebabkan oleh kenaikan harga minyak mentah dunia ataupun kondisi ekonomi sehingga pemerintah membuat kebijakan untuk menaikkan harga bahan bakar minyak. Asumsi yang digunakan pada skenario pertama ini adalah kenaikan harga bahan bakar kendaraan tidak diiringi oleh kenaikan upah jasa yang diberikan pemerintah kepada Perum BULOG divre DKI Jakarta. Jadi, walaupun harga bahan bakar kendaraan naik, upah yang diterima Perum BULOG divre DKI Jakarta tetap Rp 53 per kg raskin yang diangkut. Berikut ini adalah resume dari perubahan *output* IRR, NPV, *payback period*, dan kelayakan investasi akibat perubahan harga bahan bakar kendaraan.

Tabel 4.38 Skenario kenaikan bahan bakar kendaraan

Skenario ke-1				
	5%	10%	15%	20%
Δ IRR	37,79%	37,11%	36,43%	35,76%
Δ NPV	Rp 735.961.471	Rp 715.894.106	Rp 695.826.740	Rp 675.759.375
Payback Period	Tahun ke-4	Tahun ke-4	Tahun ke-4	Tahun ke-4
Layak ?	Ya	Ya	Ya	Ya

Berdasarkan hasil perubahan harga bahan bakar kendaraan, terjadi perubahan nilai IRR dan NPV. Namun, tidak mengubah kelayakan investasi alat angkut ini. Jika dilihat dampak perubahan harga bahan bakar kendaraan tidak berdampak signifikan terhadap *output* kelayakan investasi. Untuk ke empat level pada skenario pertama, menunjukkan bahwa investasi ini tetap layak untuk dilaksanakan.

Pada skenario kedua ini, terjadi kenaikan harga beli kendaraan yang secara langsung akan mempengaruhi total biaya investasi yang dibutuhkan. Kenaikan harga beli kendaraan ini mungkin disebabkan oleh kondisi pasar ataupun kondisi ekonomi yang sedang berkembang. Berikut ini adalah resume dari perubahan *output* IRR, NPV, *payback period*, dan kelayakan investasi akibat perubahan harga beli kendaraan.

Tabel 4.39 Skenario kenaikan modal investasi awal

Skenario ke-2				
	5%	10%	15%	20%
Δ IRR	34,22%	30,32%	26,55%	23,01%
Δ NPV	Rp 657.849.272	Rp 559.669.707	Rp 456.652.848	Rp 351.605.876
Payback Period	Tahun ke-4	Tahun ke-4	Tahun ke-4	Tahun ke-4
Layak ?	Ya	Ya	Ya	Ya

Berdasarkan hasil perubahan harga beli kendaraan, terjadi perubahan nilai IRR dan NPV yang cukup signifikan dibandingkan perubahan yang terjadi pada skenario pertama. Namun, perubahan nilai IRR dan NPV tidak mengubah kelayakan investasi alat angkut ini. Untuk ke empat level pada skenario kedua menunjukkan bahwa investasi ini tetap layak untuk dilaksanakan dan tetap menguntungkan.

Pada skenario ketiga ini, terjadi penurunan jumlah Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM) yang secara langsung akan mempengaruhi jumlah pendapatan Perum BULOG divre DKI Jakarta. Penurunan jumlah RTS-PM ini mungkin disebabkan oleh kondisi perekonomian yang membaik sehingga

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis kelayakan investai alat angkut Perum BULOG divre DKI Jakarta dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem* dan algoritma *Differential Evolution* dan bantuan bahasa pemrograman MATLAB, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Telah diperoleh rute distribusi raskin wilayah DKI Jakarta selama 20 hari kerja menggunakan VRP algoritma DE dengan menggunakan 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton dengan total jarak tempuh terbaik adalah 13.779 km.
2. Berdasarkan studi kelayakan investasi yang dilakukan menunjukkan bahwa investasi alat angkut Perum BULOG divre DKI Jakarta terhadap 7 unit kendaraan berkapasitas 9 ton LAYAK untuk dilaksanakan. Investasi yang dilakukan memiliki total investasi sejumlah Rp 2.225.170.882, dengan modal pribadi sebesar Rp 890.068.352. Berdasarkan analisis kelayakan investas, dengan modal pribadi tersebut, diperoleh IRR sebesar 38%, NPV sebesar Rp 756.028.837 dengan jangka waktu pengembalian modal adalah 4 tahun.
3. Berdasarkan analisis sensitivitas yang dilakukan menunjukkan bahwa investasi ini sensitif terhadap jumlah Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM).

5.2 Saran

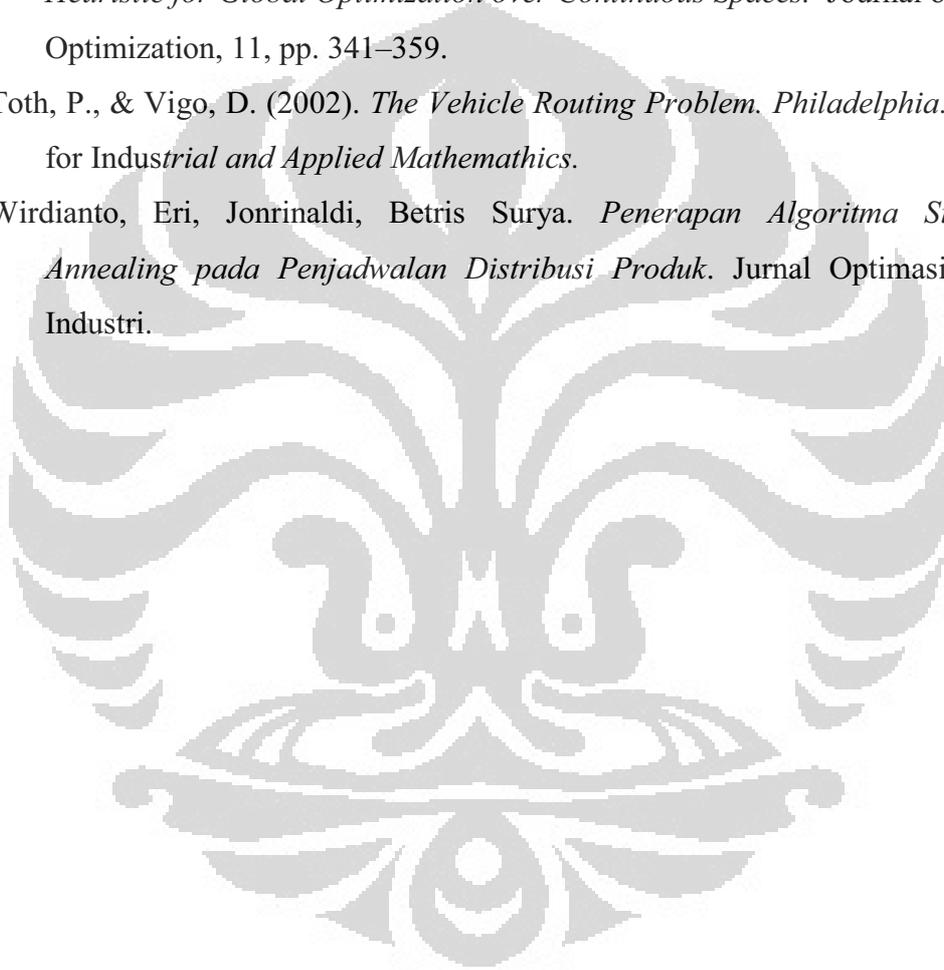
Berikut ini adalah saran untuk penelitian selanjutnya.

- Penggunaan bahasa pemrograman yang lebih maju dari sekarang sehingga memperoleh hasil yang lebih baik.
- Pembuatan *user interface* dan cara penggunaan program yang sederhana sehingga dapat mengakomodasi kepentingan pengguna.

DAFTAR REFERENSI

- Archetti, C., M. G. Speranza, A. Hertz. (Feb, 2006). *A Tabu Search Algorithm for the Split Delivery Vehicle Routing Problem*. Transportation Science Vol. 40, No. 1, pp. 64–73
- Archetti, C., Maria Grazia Speranza, Martin Savelsbergh. *An Optimization-Based Heuristic for the Split Delivery Vehicle Routing Problem*. Route 2007, JekyllIsland, Georgia, USA
- Ballou, R.H. (2004). *Business Logistics Management* (5th ed). New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Blank, Leland, Anthony Tarquin. (2005). *Engineering Economy* (5th ed). McGraw-Hill.
- Brest, Janez Saso Greiner, Borko Boskovic, Marjan Mernik, Viljem Zumer. (Dec, 2006). *Self - Adapting Control Parameters in Differential Evolution: A Comparative Study on Numerical Benchmark Problems*. IEEE Transactions On Evolutionary Computation, Vol. 10, No. 6.
- Feillet, Dominique, Pierre Dejax, Michel Gendreau, Cyrille Gueguen. (Oct,2002) *Vehicle Routing with Time Windows and Split Deliveries*.
- Fleetwood, Kelly. *An Introduction to Differential Evolution*.
- Hui-Yuan Fan, Jouni Lampinen, and Yeshayahou Levy. (2006). *An Easy to Implement Differential Evolution Approach for Multi-Objective Optimization*. International Journal for Computer-Aided Engineering and Software, vol. 23, no. 2, p.126
- Karaboga, D. & Okdem, S. (2004). *A simple and Global Optimization Algorithm for Engineering Problems: Differential Evolution algorithm*. Turkey Journal Engineering, 12, 1-8.
- Poot, A., Kant, G., Wagelmans, A.P.M. (2002). *A Saving Based Method for Real Life Vehicle Routing Problem*. Journal of The Operational Research Society, hal. 57 – 68.
- Li, Ya-Liang, Fei Ding, Yu-Xuan Wang. *Iterated Function System Based Adaptive Differential Evolution Algorithm*.

- Price, K.V., Storn, M.R., & Lampinen, J.A. (2005). *Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization*. California: Springer.
- Ronkkonen, Jani, Saku Kukkonen, Kenneth V Price. (2005). *Real-Parameter Optimization with Differential Evolution*. IEEE.
- Sin C. Ho, Dag Haugland. *A Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem with Time Windows and Split Deliveries*.
- Storn, R. and Price, K. (1997). *Differential Evolution - A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces*. Journal of Global Optimization, 11, pp. 341–359.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Wirdianto, Eri, Jonrinaldi, Betris Surya. *Penerapan Algoritma Simulated Annealing pada Penjadwalan Distribusi Produk*. Jurnal Optimasi Sistem Industri.



Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010

**REALISASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
KOTA ADMINISTRASI JAKARTA TIMUR
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

KORWIL : DAENG SALEH

Hal. I

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa/Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
I						
KRAMAT JATI :						
1	Cawang	31-Dec-10	6.750	6.750	-	
2	Cililitan	28-Dec-10	4.695	4.695	-	
3	Kramat Jati	13-Dec-10	6.180	6.180	-	
4	Batu Ampar	13-Dec-10	3.495	3.495	-	
5	Balekambang	13-Dec-10	2.640	2.640	-	
6	Tengah	21-Dec-10	8.460	8.460	-	
7	Dukuh	28-Dec-10	3.750	3.750	-	
Jumlah :			35.970	35.970	-	
II						
JATINEGARA :						
1	Bidara Cina	27-Dec-10	23.700	23.700	-	
2	Kmp. Melayu	30-Dec-10	19.125	19.125	-	
3	Cip. Cempedak	28-Dec-10	14.340	14.340	-	
4	Cip. Besar Utara	23-Dec-10	22.320	22.320	-	
5	Cip. Besar Selatan	16-Dec-10	20.685	20.685	-	
6	Bali Mester	15-Dec-10	5.445	5.445	-	
7	Rawa Bunga	15-Dec-10	17.415	17.415	-	
8	Cipinang Muara	20-Dec-10	8.625	8.625	-	Re. kirim tgl.31.12.2010 =7.475 Kg
Jumlah :			131.655	131.655	-	
III						
PULOGADUNG :						
1	Pisangan Timur	10-Dec-10	17.940	17.940	-	
2	Pulo Gadung	09-Dec-10	7.050	7.050	-	
3	Jati	27-Dec-10	12.915	12.915	-	
4	Cipinang	28-Dec-10	14.010	14.010	-	
5	Rawa Mangun	30-Dec-10	21.825	21.825	-	
6	Jatinegara Kaum		11.325	-	11.325	
7	Kayu Putih	30-Dec-10	33.255	33.255	-	
Jumlah :			118.320	106.995	11.325	
IV						
CIRACAS :						
1	Rambutan	29-Dec-10	6.990	6.990	-	
	Susukan	09-Dec-10	7.815	7.815	-	
	Kelapa Dua Wetan	08-Dec-10	7.995	7.995	-	
	Ciracas	23-Dec-10	14.310	14.310	-	Re. kirim tgl.31.12.2010 =12.402 Kg
	Cibubur	15-Dec-10	9.285	9.285	-	
Jumlah :			46.395	46.395	-	
V						
MATRAMAN :						
1	Kebon Manggis	17-Dec-10	7.635	7.635	-	
2	Utan Kayu Selatan	29-Dec-10	6.510	6.510	-	
3	Utan Kayu Utara	29-Dec-10	1.575	1.575	-	
4	Kayu Manis	29-Dec-10	16.950	16.950	-	
5	Palmeriam	08-Dec-10	12.855	12.855	-	
6	Pisangan Baru	28-Dec-10	11.835	11.835	-	Re. kirim tgl.31.12.2010 =10.257 Kg
Jumlah :			57.360	57.360	-	
VI						
DUREN SAWIT :						
1	Malaka Sari	10-Dec-10	3.525	3.525	-	
2	Malaka Jaya	10-Dec-10	1.755	1.755	-	
3	Pondok Kopi	13-Dec-10	6.825	6.825	-	
4	Klender	20-Dec-10	29.625	29.625	-	
5	Duren Sawit	10-Dec-10	11.085	11.085	-	
6	Pondok Bambu	28-Dec-10	7.200	7.200	-	
7	Pondok Kelapa	13-Dec-10	12.060	12.060	-	
Jumlah :			72.075	72.075	-	
T O T A L :			461.775	450.450	11.325	dipindahkan ke hal II

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

Hal. II

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa/Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
T O T A L : pindahan dari hal. I...			461.775	450.450	11.325	
VII CIPAYUNG :						
1	Lubang Buaya	08-Dec-10	15.795	15.795	-	
2	Setu	09-Dec-10	5.805	5.805	-	
3	Bambu Apus	13-Dec-10	9.705	9.705	-	
4	Ceger	21-Dec-10	5.670	5.670	-	
5	Cipayung	09-Dec-10	6.840	6.840	-	
6	Cilangkap	16-Dec-10	4.770	4.770	-	
7	Pondok Ranggon	31-Dec-10	6.675	6.675	-	
8	Munjul	16-Dec-10	8.055	8.055	-	
Jumlah :			63.315	63.315	-	
VIII CAKUNG :						
1	Cakung Barat	08-Dec-10	16.320	16.320	-	
2	Cakung Timur	13-Dec-10	20.835	20.835	-	
3	Penggilingan	29-Dec-10	31.035	31.035	-	
4	Ujung Menteng	09-Dec-10	10.020	10.020	-	
5	Rawa Terate	15-Dec-10	14.595	14.595	-	
6	Jatinegara	27-Dec-10	29.805	29.805	-	
7	Pulo Gebang	10-Dec-10	26.745	26.745	-	
Jumlah :			149.355	149.355	-	
IX PASAR REBO :						
1	Gedong	16-Dec-10	3.870	3.870	-	
2	Cijantung	28-Dec-10	7.725	7.725	-	
3	Baru	16-Dec-10	2.190	2.190	-	
4	Kali Sari	29-Dec-10	6.285	6.285	-	
5	Pekayon	16-Dec-10	11.070	11.070	-	
Jumlah :			31.140	31.140	-	
X MAKASAR						
1	Kebon Pala	20-Dec-10	17.325	17.325	-	
2	Pinang Ranti	09-Dec-10	6.360	6.360	-	
3	Halim PK	09-Dec-10	4.635	4.635	-	
4	Makasar	10-Dec-10	12.945	12.945	-	
5	Cipinang Melayu	13-Dec-10	15.990	15.990	-	
Jumlah :			57.255	57.255	-	
Jumlah Total :			762.840	751.515	11.325	

Jakarta,
 Probis Ujasang

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

**REALISASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
KOTA ADMINISTRASI JAKARTA PUSAT
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

KORWIL : BHAKTI

Hal. I

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa/Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
I						
GAMBIR :						
1	Duri Pulo	13-Dec-10	9.180	9.180	-	
2	Gambir	09-Dec-10	810	810	-	
3	Petojo Selatan	09-Dec-10	6.495	6.495	-	
4	Cideng	28-Dec-10	4.665	4.665	-	
5	Kebon Kelapa	28-Dec-10	3.780	3.780	-	
6	Petojo Utara	09-Dec-10	9.105	9.105	-	
Jumlah :			34.035	34.035	-	
II						
KEMAYORAN :						
1	Harapan Mulya	14-Dec-10	10.335	10.335	-	
2	Kemayoran	14-Dec-10	9.390	9.390	-	
3	Kebon Kosong	14-Dec-10	11.505	11.505	-	
4	Serdang	14-Dec-10	7.905	7.905	-	
5	Gunung Sahari Selatan	14-Dec-10	5.235	5.235	-	
6	Utang Panjang	14-Dec-10	14.655	14.655	-	
7	Cempaka Baru	14-Dec-10	13.755	13.755	-	
8	Sumur Batu	14-Dec-10	6.585	6.585	-	
Jumlah :			79.365	79.365	-	
III						
SEKEN :						
1	Kwitang	16-Dec-10	6.645	6.645	-	
2	Bungur	14-Dec-10	7.410	7.410	-	
3	Kenari	14-Dec-10	3.150	3.150	-	
4	Senen	14-Dec-10	3.645	3.645	-	
5	Paseban	16-Dec-10	14.625	14.625	-	
6	Kramat	16-Dec-10	14.820	14.820	-	
Jumlah :			50.295	50.295	-	
IV						
CEMPAKA PUTIH :						
1	Rawasari	28-Dec-10	6.630	6.630	-	
2	Cempaka Putih Barat	28-Dec-10	11.175	11.175	-	
3	Cempaka Putih Timur	10-Dec-10	9.120	9.120	-	
Jumlah :			26.925	26.925	-	
V						
MENTENG :						
1	Menteng	06-Dec-10	7.920	7.920	-	
2	Pegangsaan	28-Dec-10	14.610	14.610	-	
3	Gikini	15-Dec-10	4.995	4.995	-	
4	Kebon Sirih	15-Dec-10	6.270	6.270	-	
5	Gondangdia		-	-	-	
Jumlah :			33.795	33.795	-	
VI						
TANAH ABANG :						
1	Petamburan	10-Dec-10	9.585	9.585	-	
2	Kampung Bali	17-Dec-10	4.830	4.830	-	
3	Kebon Kacang	17-Dec-10	4.155	4.155	-	
4	Karet Tengsin	16-Dec-10	4.140	4.140	-	
5	Bendungan Hilir	16-Dec-10	3.255	3.255	-	
6	Gelora	16-Dec-10	150	150	-	
7	Kebon Melati	31-Dec-10	24.720	24.720	-	
Jumlah :			50.835	50.835	-	
TOTAL :			275.250	275.250	-	<i>dipindahkan ke hal II</i>

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

Hal. II

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
T O T A L : pindahan dari hal. I...			275.250	275.250	-	
VII JOHAR BARU :						
1	Johar Baru	10-Dec-10	15.765	15.765	-	
2	Galur	08-Dec-10	13.800	13.800	-	
3	Kampung Rawa	08-Dec-10	13.965	13.965	-	
4	Tanah Tinggi	15-Dec-10	23.730	23.730	-	
Jumlah :			67.260	67.260	-	
VIII SAWAH BESAR :						
1	Gunung Sahari Utara	28-Dec-10	9.435	9.435	-	
2	Mangga Dua Selatan	08-Dec-10	20.760	20.760	-	
3	Pasar Baru	29-Dec-10	6.120	6.120	-	
4	Karang Anyar	16-Dec-10	9.900	9.900	-	
5	Kartini	08-Dec-10	9.240	9.240	-	
Jumlah :			55.455	55.455	-	
Jumlah Total :			397.965	397.965	-	

Jakarta,
Probis Ujasang

**REALISASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
KOTA ADMINISTRASI KEPULAUAN SERIBU
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

KORWIL : BHAKTI

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
I KEP. SERIBU UTARA						
1	P. Panggang	09-Dec-10	1.260	1.260	-	
2	P. Kelapa	09-Dec-10	2.190	2.190	-	
3	P. Harapan	09-Dec-10	1.260	1.260	-	
Jumlah :			4.710	4.710	-	
II KEP. SERIBU SELATAN						
1	P. Untung Jawa	09-Dec-10	840	840	-	
2	P. Tidung	09-Dec-10	2.595	2.595	-	
3	P. Pari	09-Dec-10	1.620	1.620	-	
Jumlah :			5.055	5.055	-	
Jumlah Total :			9.765	9.765	-	

Jakarta,
Probis Ujasang

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

**REALISASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
KOTA ADMINISTRASI JAKARTA SELATAN
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

KORWIL : FAISAL

Hal. I

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
I						
JAGAKARSA :						
1	Cipedak	27-Dec-10	3.555	3.555	-	
2	Srengseng Sawah	13-Dec-10	4.245	4.245	-	
3	Ciganjur	28-Dec-10	2.085	2.085	-	
4	Jagakarsa	15-Dec-10	660	660	-	
5	Lenteng Agung	15-Dec-10	3.090	3.090	-	
6	Tanjung Barat	13-Dec-10	555	555	-	
Jumlah :			14.190	14.190	-	
II						
PASAR MINGGU :						
1	Ragunan	13-Dec-10	2.250	2.250	-	
2	Pasar Minggu	13-Dec-10	1.620	1.620	-	
3	Pejaten Barat	14-Dec-10	4.470	4.470	-	
4	Kebagusan	27-Dec-10	2.955	2.955	-	
5	Cilandak Timur	16-Dec-10	2.520	2.520	-	
6	Pejaten Timur	27-Dec-10	3.540	3.540	-	
7	Jati Padang	27-Dec-10	3.915	3.915	-	
Jumlah :			21.270	21.270	-	
III						
CILANDAK :						
1	Lebak Bulus	28-Dec-10	690	690	-	
2	Pondok Labu		1.530	-	1.530	
3	Cilandak Barat	14-Dec-10	1.680	1.680	-	
4	Cipete Selatan	14-Dec-10	930	930	-	
5	Gandaria Selatan	15-Dec-10	1.305	1.305	-	
Jumlah :			6.135	4.605	1.530	
IV						
PESANGGRAHAN :						
1	Bintaro	13-Dec-10	2.790	2.790	-	
2	Pesanggrahan	14-Dec-10	1.470	1.470	-	
3	Ulujami	14-Dec-10	2.115	2.115	-	
4	Petukangan Utara	14-Dec-10	2.520	2.520	-	
5	Petukangan Selatan	13-Dec-10	1.560	1.560	-	
Jumlah :			10.455	10.455	-	
V						
KEBAYORAN LAMA :						
1	Grogol Selatan	16-Dec-10	3.015	3.015	-	
2	Grogol Utara	28-Dec-10	2.850	2.850	-	
3	Pondok Pinang	14-Dec-10	2.220	2.220	-	
4	Kebayoran lama Selatan	27-Dec-10	1.725	1.725	-	
5	Kebayoran Lama Utara	30-Dec-10	2.070	2.070	-	
6	Cipulir	28-Dec-10	3.090	3.090	-	
Jumlah :			14.970	14.970	-	
VI						
KEBAYORAN BARU :						
1	Pulo	13-Dec-10	165	165	-	
2	Kramat Pela	28-Dec-10	1.710	1.710	-	
3	Rawa Barat	13-Dec-10	330	330	-	
4	Senayan	28-Dec-10	225	225	-	
5	Selong	16-Dec-10	210	210	-	
6	Gunung	31-Dec-10	630	630	-	
7	Gandaria Utara	13-Dec-10	2.505	2.505	-	
8	Petogogan	13-Dec-10	945	945	-	
9	Cipete Utara	16-Dec-10	2.490	2.490	-	
10	Melawai		-	-	-	
Jumlah :			9.210	9.210	-	
T O T A L :			76.230	74.700	1.530	<i>dipindahkan ke hal II</i>

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

Hal. II

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
T O T A L : pindahan dari hal. I...			76.230	74.700	1.530	
VII	MAMPANG PRAPATAN :					
1	Pela Mampang	16-Dec-10	5.205	5.205	-	
2	Kuningan Barat	15-Dec-10	3.675	3.675	-	
3	Tegal Parang	27-Dec-10	4.920	4.920	-	
4	Mampang Prapatan	16-Dec-10	3.285	3.285	-	
5	Bangka	28-Dec-10	2.865	2.865	-	
Jumlah :			19.950	19.950	-	
VIII	PANCORAN :					
1	Duren Tiga	31-Dec-10	1.275	1.275	-	
2	Pengadegan	31-Dec-10	1.185	1.185	-	
3	Kalibata	30-Dec-10	840	840	-	
4	Pancoran	31-Dec-10	555	555	-	
5	Rawajati	14-Dec-10	1.095	1.095	-	
6	Cikoko	31-Dec-10	210	210	-	
Jumlah :			5.160	5.160	-	
IX	TEBET :					
1	Menteng Dalam	17-Dec-10	9.150	9.150	-	
2	Manggarai	16-Dec-10	20.310	20.310	-	
3	Bukit Duri	31-Dec-10	11.340	11.340	-	
4	Tebet Barat	27-Dec-10	1.005	1.005	-	
5	Tebet Timur	14-Dec-10	405	405	-	
6	Manggarai Selatan	14-Dec-10	4.080	4.080	-	
7	Kebon Baru	27-Dec-10	3.600	3.600	-	
Jumlah :			49.890	49.890	-	
X	SETIABUDI :					
1	Karet Semanggi		150	-	150	
2	Kuningan Timur	31-Dec-10	390	390	-	
3	Karet Kuningan	14-Dec-10	1.710	1.710	-	
4	K a r e t		600	-	600	
5	Menteng Atas	28-Dec-10	1.980	1.980	-	
6	Setiabudi	27-Dec-10	90	90	-	
7	G u n t u r	16-Dec-10	255	255	-	
8	Pasar Manggis	30-Dec-10	2.610	2.610	-	
Jumlah :			7.785	7.035	750	
Jumlah Total :			159.015	156.735	2.280	

Jakarta,
Probis Ujasang

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

**REALISASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
KOTA ADMINISTRASI JAKARTA UTARA
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

KORWIL : FAISAL

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Yg diangkut (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
I PENJARINGAN :						
1	Penjaringan	09-Dec-10	104.415	104.415	-	
2	Kamal Muara	10-Dec-10	9.195	9.195	-	
3	Kapuk Muara	28-Dec-10	13.080	13.080	-	
4	Pejagalan	21-Dec-10	26.505	26.505	-	
5	P l u i t	13-Dec-10	10.140	10.140	-	
Jumlah :			163.335	163.335	-	
II PADEMANGAN :						
1	Pademangan Timur	10-Dec-10	12.300	12.300	-	
2	Pademangan Barat	15-Dec-10	45.075	45.075	-	
3	A n c o l	29-Dec-10	27.030	27.030	-	
Jumlah :			84.405	84.405	-	
III TANJUNG PRIOK :						
1	Sunter Jaya		10.215	-	10.215	
2	Warakas	14-Dec-10	15.330	15.330	-	
3	Tanjung Priok	10-Dec-10	14.310	14.310	-	
4	Sunter Agung	10-Dec-10	11.700	11.700	-	
5	Sungai Bambu	29-Dec-10	10.140	10.140	-	
6	Papanggo	10-Dec-10	14.820	14.820	-	
7	Kebon Bawang	27-Dec-10	21.015	21.015	-	
Jumlah :			97.530	87.315	10.215	
IV KOJA :						
1	Tugu Utara	16-Dec-10	30.420	30.420	-	
2	Tugu Selatan	13-Dec-10	17.085	17.085	-	
3	Rawa Badak Utara	10-Dec-10	18.075	18.075	-	
4	K o j a	28-Dec-10	29.100	29.100	-	
5	L a g o a	09-Dec-10	42.510	42.510	-	
6	Rawa Badak Selatan	20-Dec-10	33.795	33.795	-	
Jumlah :			170.985	170.985	-	
V CILINCING :						
1	Rorotan		32.985	-	32.985	
2	Cilincing	10-Dec-10	29.925	29.925	-	
3	Semper Timur	13-Dec-10	32.475	32.475	-	
4	Kalibaru	06-Dec-10	126.645	126.645	-	
5	Marunda	28-Dec-10	21.285	21.285	-	
6	Semper Barat	14-Dec-10	27.825	27.825	-	
7	Sukapura	31-Dec-10	16.530	16.530	-	
Jumlah :			287.670	254.685	32.985	
VI KELAPA GADING :						
1	Kelapa Gading Timur	13-Dec-10	2.010	2.010	-	
2	Pegangsaan Dua	29-Dec-10	8.445	8.445	-	
3	Kelapa Gading Barat	13-Dec-10	8.025	8.025	-	
Jumlah :			18.480	18.480	-	
T O T A L :			822.405	779.205	43.200	

Jakarta,
Probis Ujasang

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

**REALISASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
KOTA ADMINISTRASI JAKARTA BARAT
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

KORWIL : ZULKIFLI

Hal. I

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Yg diangkut (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
I CENGKARENG :						
1	Duri Kosambi	21-Dec-10	6.630	6.630	-	
2	Rawa Buaya	27-Dec-10	14.760	14.760	-	
3	Cengkareng Barat	15-Dec-10	17.565	17.565	-	Re. kirim tgl.28.12.2010 =15,223 Kg
4	K a p u k	22-Dec-10	54.120	54.120	-	
5	Kedaung Kaliangke	08-Dec-10	17.205	17.205	-	
6	Cengkareng Timur	30-Dec-10	16.065	16.065	-	
Jumlah :			126.345	126.345	-	
II GROGOL PETAMBURAN :						
1	Tj. Duren Utara	14-Dec-10	2.595	2.595	-	
2	Wijaya Kusuma	14-Dec-10	11.490	11.490	-	
3	Tj. Duren Selatan		1.515	-	1.515	
4	Jelambar	29-Dec-10	7.125	7.125	-	
5	G r o g o l	29-Dec-10	2.415	2.415	-	
6	Tomang	09-Dec-10	8.730	8.730	-	
7	Jelambar Baru	13-Dec-10	7.785	7.785	-	
Jumlah :			41.655	40.140	1.515	
III TAMBORA :						
1	Kalianyar	08-Dec-10	14.955	14.955	-	
2	Tambora	22-Dec-10	3.870	3.870	-	
3	Duri Utara	13-Dec-10	6.825	6.825	-	
4	Duri Selatan	13-Dec-10	10.320	10.320	-	
5	Jembatan Besi	22-Dec-10	13.170	13.170	-	
6	Jembatan Lima	14-Dec-10	11.130	11.130	-	
7	Roa Malaka	30-Dec-10	1.230	1.230	-	
8	Pekojan	17-Dec-10	14.445	14.445	-	
9	Krendang	09-Dec-10	8.460	8.460	-	
10	A n g k e	30-Dec-10	21.825	21.825	-	
11	Tanah Sereal	30-Dec-10	10.395	10.395	-	
Jumlah :			116.625	116.625	-	
IV TAMAN SARI :						
1	Keagungan		8.715	-	8.715	
2	Krukut	15-Dec-10	7.200	7.200	-	
3	Tamansari	27-Dec-10	7.320	7.320	-	
4	Mangga Besar	29-Dec-10	4.725	4.725	-	
5	Tangki	06-Dec-10	4.125	4.125	-	
6	Maphar	14-Dec-10	5.790	5.790	-	
7	G l o d o k	15-Dec-10	2.100	2.100	-	
8	Pinangsia	29-Dec-10	4.050	4.050	-	
Jumlah :			44.025	35.310	8.715	
V KEBON JERUK :						
1	Kebon Jeruk	17-Dec-10	8.865	8.865	-	
2	Duri Kepa	28-Dec-10	11.670	11.670	-	
3	Kelapa Dua	08-Dec-10	4.320	4.320	-	
4	Sukabumi Utara	31-Dec-10	4.305	4.305	-	
5	Sukabumi Selatan	31-Dec-10	4.110	4.110	-	
6	Kedoya Selatan	15-Dec-10	5.445	5.445	-	
7	Kedoya Utara	09-Dec-10	9.750	9.750	-	
Jumlah :			48.465	48.465	-	
T O T A L :			377.115	366.885	10.230	<i>dipindahkan ke hal II</i>

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

Hal. II

NO.	KECAMATAN KELURAHAN	TANGGAL	Yg diangkut (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN
T O T A L : pindahan dari hal. I...			377.115	366.885	10.230	
VI PALMERAH :						
1	Slipi	13-Dec-10	1.935	1.935	-	
2	Palmerah	06-Dec-10	12.645	12.645	-	
3	Kemanggisan	27-Dec-10	3.315	3.315	-	
4	Jatipulo	29-Dec-10	7.155	7.155	-	
5	Kota Bambu Utara	28-Dec-10	6.375	6.375	-	
6	Kota Bambu Selatan	27-Dec-10	5.295	5.295	-	
Jumlah :			36.720	36.720	-	
VII KEMBANGAN :						
1	Kembangan Selatan	15-Dec-10	2.580	2.580	-	
2	Meruya Selatan	14-Dec-10	6.210	6.210	-	
3	Srengseng	13-Dec-10	8.085	8.085	-	
4	Joglo	27-Dec-10	8.340	8.340	-	
5	Meruya Utara	08-Dec-10	3.960	3.960	-	
6	Kembangan Utara	09-Dec-10	7.875	7.875	-	
Jumlah :			37.050	37.050	-	
VIII KALIDERES :						
1	Semanan	28-Dec-10	13.410	13.410	-	
2	Tegal Alur	28-Dec-10	22.500	22.500	-	
3	Kamal	17-Dec-10	37.800	37.800	-	
4	Kalideres	13-Dec-10	17.595	17.595	-	
5	Pegadungan	31-Dec-10	15.720	15.720	-	
Jumlah :			107.025	107.025	-	
Jumlah Total :			557.910	547.680	10.230	

Jakarta,
Probis Ujasang

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

**REKAPITULASI PENDISTRIBUSIAN BERAS RASKIN
PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

Hal. I

NO.	KOTA ADMINISTRATIF	TANGGAL	Jml/Sisa Pagu (KG)	Yg disalurkan (KG)	Sisa/Blm Tslrkn (KG)	KETERANGAN		
1	<u>Jakarta Pusat</u>	06-Dec-10	397.965	7.920	390.045			
		08-Dec-10	390.045	57.765	332.280			
		09-Dec-10	332.280	16.410	315.870			
		10-Dec-10	315.870	34.470	281.400			
		13-Dec-10	281.400	9.180	272.220			
		14-Dec-10	272.220	93.570	178.650			
		15-Dec-10	178.650	34.995	143.655			
		16-Dec-10	143.655	53.535	90.120			
		17-Dec-10	90.120	8.985	81.135			
		28-Dec-10	81.135	50.295	30.840			
		29-Dec-10	30.840	6.120	24.720			
		31-Dec-10	24.720	24.720	-			
Jumlah yang disalurkan			397.965					
2	<u>Jakarta Timur</u>	08-Dec-10	762.840	52.965	709.875			
		09-Dec-10	709.875	48.525	661.350			
		10-Dec-10	661.350	73.995	587.355			
		13-Dec-10	587.355	77.730	509.625			
		15-Dec-10	509.625	46.740	462.885			
		16-Dec-10	462.885	50.640	412.245			
		17-Dec-10	412.245	7.635	404.610			
		20-Dec-10	404.610	55.575	349.035			
		21-Dec-10	349.035	14.130	334.905			
		23-Dec-10	334.905	36.630	298.275			
		27-Dec-10	298.275	66.420	231.855			
		28-Dec-10	231.855	63.555	168.300			
		29-Dec-10	168.300	69.345	98.955			
		30-Dec-10	98.955	74.205	24.750			
		31-Dec-10	24.750	13.425	11.325			
		31-Dec-10	-	30.134	-	Realokasi		
		Jumlah yang disalurkan			781.649			
		3	<u>Jakarta Barat</u>	06-Dec-10	557.910	16.770	541.140	
08-Dec-10	541.140			40.440	500.700			
09-Dec-10	500.700			34.815	465.885			
13-Dec-10	465.885			52.545	413.340			
14-Dec-10	413.340			37.215	376.125			
15-Dec-10	376.125			34.890	341.235			
17-Dec-10	341.235			61.110	280.125			
21-Dec-10	280.125			6.630	273.495			
22-Dec-10	273.495			71.160	202.335			
27-Dec-10	202.335			39.030	163.305			
28-Dec-10	163.305			53.955	109.350			
28-Dec-10	-			15.223	-	Realokasi		
29-Dec-10	109.350			25.470	83.880			
30-Dec-10	83.880			49.515	34.365			
31-Dec-10	34.365	24.135	10.230					
Jumlah yang disalurkan			562.903					
T O T A L			1.718.715	1.742.517	21.555	dipindahkan ke hal. II		

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

Hal. II

T O T A L		1.718.715	1.742.517	21.555	pindahan dari hal. I	
4	<u>Jakarta Utara</u>	06-Dec-10	822.405	126.645	695.760	
		09-Dec-10	695.760	146.925	548.835	
		10-Dec-10	548.835	110.325	438.510	
		13-Dec-10	438.510	69.735	368.775	
		14-Dec-10	368.775	43.155	325.620	
		15-Dec-10	325.620	45.075	280.545	
		16-Dec-10	280.545	30.420	250.125	
		20-Dec-10	250.125	33.795	216.330	
		21-Dec-10	216.330	26.505	189.825	
		27-Dec-10	189.825	21.015	168.810	
		28-Dec-10	168.810	63.465	105.345	
		29-Dec-10	105.345	45.615	59.730	
		31-Dec-10	59.730	16.530	43.200	
Jumlah yang disalurkan			779.205			
5	<u>Jakarta Selatan</u>	13-Dec-10	159.015	16.965	142.050	
		14-Dec-10	142.050	22.695	119.355	
		15-Dec-10	119.355	8.730	110.625	
		16-Dec-10	110.625	37.290	73.335	
		17-Dec-10	73.335	9.150	64.185	
		27-Dec-10	64.185	25.305	38.880	
		28-Dec-10	38.880	15.495	23.385	
		30-Dec-10	23.385	5.520	17.865	
		31-Dec-10	17.865	15.585	2.280	
		Jumlah yang disalurkan			156.735	
6	<u>Kepulauan Seribu</u>	09-Dec-10	9.765	9.765	-	
		Jumlah yang disalurkan		9.765		
JUMLAH TOTAL		2.709.900	2.688.222	67.035		

Catatan :

- Jumlah Pagu 2.709.900 Kg
 - Alokasi bln. Desember 2.642.865 Kg
 - Sisa Pagu bl.Desember blm trsalurkan 67.035 Kg

Jakarta, Desember 2010
 UB-Jasang Perum Bulog
 Divre DKI Jakarta

Realokasi :

- Wilayah Jakarta Pusat - Kg
 - Wilayah Jakarta Timur 30.134 Kg
 - Wilayah Jakarta Barat 15.223 Kg
 - Wilayah Jakarta Utara - Kg
 - Wilayah Jakarta Selatan - Kg
 - Jumlah Realokasi yg disalurkan 45.357 Kg

Lampiran 1 Historis Pengiriman Raskin Bulan Desember 2010 (lanjutan)

**REKAPITULASI JASA ANGKUTAN
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

**REKAPITULASI JASA ANGKUTAN PT. KOPEL JAYA
ALOKASI BULAN : DESEMBER TAHUN : 2010**

Hal. I			
NO	KELURAHAN	TANGGAL	MUATAN /KG
1	Menteng	06-Dec-10	7.920
2	Kalibaru	06-Dec-10	126.645
3	Tangki	06-Dec-10	4.125
4	Palmerah	06-Dec-10	12.645
5	Lubang Buaya	08-Dec-10	15.795
6	Kampung Rawa	08-Dec-10	13.965
7	Kartini	08-Dec-10	9.240
8	Kedaung Kaliangke	08-Dec-10	17.205
9	Kalianyar	08-Dec-10	14.955
10	Kelapa Dua	08-Dec-10	4.320
11	Meruya Utara	08-Dec-10	3.960
12	Palmeriam	08-Dec-10	12.855
13	Pulo Gadung	09-Dec-10	7.050
14	Susukan	09-Dec-10	7.815
15	Setu	09-Dec-10	5.805
16	Cipayung	09-Dec-10	6.840
17	Ujung Menteng	09-Dec-10	10.020
18	Pinang Ranti	09-Dec-10	6.360
19	Halim PK	09-Dec-10	4.635
20	Penjaringan	09-Dec-10	104.415
22	Tomang	09-Dec-10	8.730
23	Krendang	09-Dec-10	8.460
24	Kedoya Utara	09-Dec-10	9.750
25	Kembangan Utara	09-Dec-10	7.875
26	Pisangan Timur	10-Dec-10	17.940
27	Malaka Sari	10-Dec-10	3.525
29	Malaka Jaya	10-Dec-10	1.755
30	Pulo Gebang	10-Dec-10	26.745
31	Makasar	10-Dec-10	12.945
32	Duren Sawit	10-Dec-10	11.085
33	Cempaka Putih Timur	10-Dec-10	9.120
34	Petamburan	10-Dec-10	9.585
35	Johar Baru	10-Dec-10	15.765
36	Pademangan Timur	10-Dec-10	12.300
37	Rawa Badak Utara	10-Dec-10	18.075
38	Cilincing	10-Dec-10	29.925
39	Pondok Kopi	13-Dec-10	6.825
40	Pondok Kelapa	13-Dec-10	12.060
41	Duri Pulo	13-Dec-10	9.180
42	Srengseng Sawah	13-Dec-10	4.245
43	Tanjung Barat	13-Dec-10	555
44	Ragunan	13-Dec-10	2.250
45	Pasar Minggu	13-Dec-10	1.620
46	Bintaro	13-Dec-10	2.790
47	Petukangan Selatan	13-Dec-10	1.560
48	Pulo	13-Dec-10	165
49	Rawa Barat	13-Dec-10	330
50	Gandaria Utara	13-Dec-10	2.505
51	Petogogan	13-Dec-10	945
52	Pluit	13-Dec-10	10.140
53	Tugu Selatan	13-Dec-10	17.085
Jumlah.....:			672.405

Hal. I			
NO	KELURAHAN	TANGGAL	MUATAN /KG
1	Kelapa Dua Wetan	08-Dec-10	7.995
2	Cakung Barat	08-Dec-10	16.320
3	Galur	08-Dec-10	13.800
4	Mangga Dua Selatan	08-Dec-10	20.760
5	Gambir	09-Dec-10	810
6	Petojo Selatan	09-Dec-10	6.495
7	Petojo Utara	09-Dec-10	9.105
8	P. Panggang	09-Dec-10	1.260
9	P. Kelapa	09-Dec-10	2.190
10	P. Harapan	09-Dec-10	1.260
11	P. Untung Jawa	09-Dec-10	840
12	P. Tidung	09-Dec-10	2.595
13	P. Pari	09-Dec-10	1.620
14	L a g o a	09-Dec-10	42.510
15	Kamal Muara	10-Dec-10	9.195
16	Tanjung Priok	10-Dec-10	14.310
17	Sunter Agung	10-Dec-10	11.700
18	Papanggo	10-Dec-10	14.820
19	Kramat Jati	13-Dec-10	6.180
20	Batu Ampar	13-Dec-10	3.495
22	Balekambang	13-Dec-10	2.640
23	Bambu Apus	13-Dec-10	9.705
24	Cakung Timur	13-Dec-10	20.835
25	Cipinang Melayu	13-Dec-10	15.990
26	Semper Timur	13-Dec-10	32.475
27	Harapan Mulya	14-Dec-10	10.335
29	Kemayoran	14-Dec-10	9.390
30	Kebon Kosong	14-Dec-10	11.505
31	Serdang	14-Dec-10	7.905
32	Gunung Sahari Selatan	14-Dec-10	5.235
33	Utan Panjang	14-Dec-10	14.655
34	Cempaka Baru	14-Dec-10	13.755
35	Sumur Batu	14-Dec-10	6.585
36	Rawa Terate	15-Dec-10	14.595
37	Cikini	15-Dec-10	4.995
38	Kebon Sirih	15-Dec-10	6.270
39	Pademangan Barat	15-Dec-10	45.075
40	Kwitang	16-Dec-10	6.645
41	Paseban	16-Dec-10	14.625
42	Kramat	16-Dec-10	14.820
43	Karet Tengsin	16-Dec-10	4.140
44	Bendungan Hilir	16-Dec-10	3.255
45	Gelora	16-Dec-10	150
46	Karang Anyar	16-Dec-10	9.900
47	Kebon Manggis	17-Dec-10	7.635
48	Kampung Bali	17-Dec-10	4.830
49	Kebon Kacang	17-Dec-10	4.155
50	Cideng	28-Dec-10	4.665
51	Kebon Kelapa	28-Dec-10	3.780
52	Rawasari	28-Dec-10	6.630
53	Cempaka Putih Barat	28-Dec-10	11.175
Jumlah.....:			515.610

Lampiran 2 Data Permintaan Raskin Wilayah DKI Jakarta

No	Kotamadya	Kecamatan	Kelurahan	Kuantum	
1	Jakarta Timur	Kramat Jati	Cawang	6.750	
2			Cililitan	4.695	
3			Kramat Jati	6.180	
4			Batu Ampar	3.495	
5			Balekambang	2.640	
6			Tengah	8.460	
7			Dukuh	3.750	
8		Jatinegara	Bidara Cina	23.700	
9			Kmp. Melayu	19.125	
10			Cip. Cempedak	14.340	
11			Cip. Besar Utara	22.320	
12			Cip. Besar Selatan	20.685	
13			Bali Mester	5.445	
14			Rawa Bunga	17.415	
15			Cipinang Muara	8.625	
16			Pulo Gadung	Pisangan Timur	17.940
17				Pulo Gadung	7.050
18		Jati		12.915	
19		Cipinang		14.010	
20		Rawa Mangun		21.825	
21		Jatinegara Kaum		11.325	
22		Kayu Putih		33.255	
23		Ciracas	Rambutan	6.990	
24			Susukan	7.815	
25			Kelapa Dua Wetan	7.995	
26			Ciracas	14.310	
27			Cibubur	9.285	
28		Matraman	Kebon Manggis	7.635	
29			Utan Kayu Selatan	6.510	
30			Utan Kayu Utara	1.575	
31			Kayu Manis	16.950	
32			Palmeriam	12.855	
33			Pisangan Baru	11.835	
34		Duren Sawit	Malaka Sari	3.525	
35			Malaka Jaya	1.755	
36			Pondok Kopi	6.825	
37			Klender	29.625	
38			Duren Sawit	11.085	
39			Pondok Bambu	7.200	
40		Cipayung	Pondok Kelapa	12.060	
41			Lubang Buaya	15.795	
42			Setu	5.805	
43			Bambu Apus	9.705	
44			Ceger	5.670	

45			Cipayung	6.840	
46			Cilangkap	4.770	
47			Pondok Ranggong	6.675	
48			Munjul	8.055	
49		Cakung	Cakung Barat	16.320	
50			Cakung Timur	20.835	
51			Penggilingan	31.035	
52			Ujung Menteng	10.020	
53			Rawa Terate	14.595	
54			Jatinegara	29.805	
55			Pulo Gebang	26.745	
66	Jakarta Pusat	Gambir	Duri Pulo	9.180	
67			Gambir	810	
68			Petojo Selatan	6.495	
69			Cideng	4.665	
70			Kebon Kelapa	3.780	
71			Petojo Utara	9.105	
72			Kemayoran	Harapan Mulya	10.335
73		Kemayoran		9.390	
74		Kebon Kosong		11.505	
75		Serdang		7.905	
76		Gunung Sahari Selatan		5.235	
77		Utari Panjang		14.655	
78		Cempaka Baru		13.755	
79		Sumur Batu		6.585	
80		Senen		Kwitang	6.645
81				Bungur	7.410
82			Kenari	3.150	
83			Senen	3.645	
84			Paseban	14.625	
85			Kramat	14.820	
86			Cempaka Putih	Rawasari	6.630
87		Cempaka Putih Barat		11.175	
88		Cempaka Putih Timur		9.120	
89		Menteng	Menteng	7.920	
90			Pegangsaan	14.610	
91			Cikini	4.995	
186			Papanggo	14.820	
187	Kebon Bawang		21.015		
204	Jakarta Barat	Cengkareng	Duri Kosambi	6.630	
205			Rawa Buaya	14.760	
206			Cengkareng Barat	17.565	
207			K a p u k	54.120	
208			Kedaung Kaliangke	17.205	
209			Cengkareng Timur	16.065	
210		Grogol Petamburan	Tj. Duren Utara	2.595	
211			Wijaya Kusuma	11.490	

212			Tj. Duren Selatan	1.515	
213			Jelambar	7.125	
214			G r o g o l	2.415	
215			Tomang	8.730	
216			Jelambar Baru	7.785	
217		Tambora	Kalianyar	14.955	
218			Tambora	3.870	
219			Duri Utara	6.825	
220			Duri Selatan	10.320	
221			Jembatan Besi	13.170	
222			Jembatan Lima	11.130	
223			Roa Malaka	1.230	
224			Pekojan	14.445	
225			Krendang	8.460	
226			A n g k e	21.825	
227		Tanah Sereal	10.395		
228		Taman Sari	Keagungan	8.715	
229			Krukut	7.200	
230			Tamansari	7.320	
231			Mangga Besar	4.725	
232			Tangki	4.125	
233			Maphar	5.790	
234			G l o d o k	2.100	
235			Pinangsia	4.050	
255			Kalideres	Semanan	13.410
256				Tegal Alur	22.500
257		K a m a l		37.800	
258		Kalideres		17.595	
259		Pegadungan		15.720	

Lampiran 3 Script M-File MATLAB

File : VRP_DE

```
%%%%%%%%%%%%%VRP Algoritma DE ZAKIYAH SUNGKAR 0706275183%%%%%%%%%%%%%
clc;
clear;
tic;

%%%%%%%%%%%%%INPUT DATA%%%%%%%%%%%%%
Matriks_Jarak= xlsread('jarak.xlsx');
waktu = xlsread('waktu.xlsx');
demand = xlsread('demand.xlsx');
Permintaan=demand';
Jumlah_Kota = 259; %length(Matriks_Jarak(1,:))-1;
listkapasitas = [9000 9000];
idx = randint(1,1,[1,2]); %untuk merandom pemilihan kendaraan yang
akan digunakan
Kapasitas_kendaraan = listkapasitas(idx);
%=====

waktutotal = [];

%%%%%%%%%%%%%INISIALISASI%%%%%%%%%%%%%
% Penentuan Parameter Kontrol Algoritma DE
Jumlah_Populasi = 1295;
Daftar_kendaraan_yang_dipake = zeros(Jumlah_Populasi,30);
F = 0.4; %efektif antara 0,4-1
Cr = 0.518; %efektif antara 0-1
Iterasi_Maksimum = 1000;

% Generate Populasi Awal
Kromosom_Populasi_Awal = rand(Jumlah_Populasi, Jumlah_Kota);
Kromosom_Populasi_TSP_Awal = ones(Jumlah_Populasi, Jumlah_Kota +
2);
Kromosom_Populasi_VRP_Awal = ones(Jumlah_Populasi, (Jumlah_Kota *
10) + 1);
Jarak_Populasi_Awal = zeros (1, Jumlah_Populasi);

% Evaluasi Jarak Populasi VRP Awal
for i = 1 : Jumlah_Populasi
    Kromosom_Populasi_TSP_Awal(i, 2 : Jumlah_Kota + 1) =
PerformSPV(Kromosom_Populasi_Awal(i, :)) + 1;
    [Kromosom_Populasi_VRP_Awal(i, :)
waktutotal(1,i),Daftar_kendaraan_yang_dipake(i,:)] =
ConvertToVRPSolution(Kromosom_Populasi_TSP_Awal(i, :), Permintaan,
Kapasitas_kendaraan,waktu);
    Jarak_Populasi_Awal(i) = CalculateTotalDistance(
Kromosom_Populasi_VRP_Awal(i, :), Matriks_Jarak);
end

% Memperbaharui Populasi ke Generasi Selanjutnya g = g + 1
Kromosom_Populasi_Iterasi = Kromosom_Populasi_Awal;
Kromosom_Populasi_TSP_Iterasi = Kromosom_Populasi_TSP_Awal;
Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi = Kromosom_Populasi_VRP_Awal;
```

Lampiran 3 Script M-File MATLAB

```
Jarak_Populasi_Iterasi = Jarak_Populasi_Awal;

Kromosom_Populasi_Iterasi_Mutan = Kromosom_Populasi_Awal;
Kromosom_Populasi_Iterasi_Trial = Kromosom_Populasi_Awal;
Kromosom_Populasi_TSP_Iterasi_Trial = Kromosom_Populasi_TSP_Awal;
Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi_Trial = Kromosom_Populasi_VRP_Awal;
Jarak_Populasi_Iterasi_Trial = Jarak_Populasi_Awal;

%=====

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%MUTASI DAN REKOMBINASI%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
for i = 1 : Iterasi_Maksimum
    for j = 1 : Jumlah_Populasi
        Index_1 = randi(Jumlah_Populasi);
        Index_2 = Index_1;
        while Index_1 == Index_2
            Index_2 = randi(Jumlah_Populasi);
        end
        Index_3 = Index_1;
        while Index_3 == Index_1 || Index_3 == Index_2
            Index_3 = randi(Jumlah_Populasi);
        end
        Kromosom_Populasi_Iterasi_Mutan(j, :) =
        PerformMutation(Kromosom_Populasi_Iterasi(Index_1, :),
        Kromosom_Populasi_Iterasi(Index_2, :),
        Kromosom_Populasi_Iterasi(Index_3, :), F);
        Kromosom_Populasi_Iterasi_Trial(j, :) =
        PerformRecombination(Kromosom_Populasi_Iterasi(j, :),
        Kromosom_Populasi_Iterasi_Mutan(j, :), Cr);
    end

    % Ubah Jadi TSP, VRP dan Hitung Jarak Tempuh
    for j = 1 : Jumlah_Populasi
        Kromosom_Populasi_TSP_Iterasi_Trial(j, 2 : Jumlah_Kota +
        1) = PerformSPV(Kromosom_Populasi_Iterasi_Trial(j, :))+1;
        [Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi_Trial(j, :)
        waktutotal(i),Daftar_kendaraan_yang_dipake(i,:)] =
        ConvertToVRPSolution(Kromosom_Populasi_TSP_Iterasi_Trial(j, :),
        Permintaan, Kapasitas_kendaraan,waktu);
        Jarak_Populasi_Iterasi_Trial(j) =
        CalculateTotalDistance(Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi_Trial(j, :),
        Matriks_Jarak);
    end

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%SELECTION%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    for j = 1 : Jumlah_Populasi
        if Jarak_Populasi_Iterasi_Trial(j) <
        Jarak_Populasi_Iterasi(j)
            Kromosom_Populasi_Iterasi(j, :) =
            Kromosom_Populasi_Iterasi_Trial(j, :);
            Kromosom_Populasi_TSP_Iterasi(j, :) =
            Kromosom_Populasi_TSP_Iterasi_Trial(j, :);
            Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi(j, :) =
            Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi_Trial(j, :);
        end
    end
end
```

Lampiran 3 Script M-File MATLAB

```
Jarak_Populasi_Iterasi(j) = Jarak_Populasi_Iterasi_Trial(j);
    end
end
end
%=====
%Pemilihan Jarak Minimum Terbaik
[jarakTerbaik, indexTerbaik] = min(Jarak_Populasi_Iterasi);

%=====

index = (Jumlah_Kota * 10) + 1;
while (Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi(indexTerbaik, index))==1
    index = index-1;
end
lastindex = index + 1;
optimal = [];
optimal = Kromosom_Populasi_VRP_Iterasi(indexTerbaik,
1:lastindex);

index = 30;
while Daftar_kendaraan_yang_dipake(indexTerbaik,index)==0
    index = index-1;
end
if waktutotal(indexTerbaik)> 480
    waktutotal(indexTerbaik)= 480;
end
kendaraan = [];
kendaraan = Daftar_kendaraan_yang_dipake(indexTerbaik,1:index);

ii=1;
idx=1;
idhari=1;
disp('Solusi Optimal VRP');
disp(optimal);
disp(' ');
disp(' ');
disp('Kendaraan yang dipakai');
disp(kendaraan);
disp(' ');
disp('Jarak Terbaik');
disp(jarakTerbaik);
disp(' ');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%OUTPUT%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
rute_kendaraan = [];
perhari = [];
[r c] = find(optimal==262);
c(2:length(c)+1) = c(1:length(c));
c(length(c)+1) = length(optimal(1,:));
c(1) = 0;
jarak_tempuh = 0;
for ii = 2:length(c(1,:))
    rute_kendaraan(1,1:c(ii)-c(ii-1)) = optimal(1,c(ii-
1)+1:c(ii));
    [rhari chari] = find(rute_kendaraan==261);
```

Lampiran 3 Script M-File MATLAB (lanjutan)

```
chari(2:length(chari)+1) = chari(1:length(chari));
if ii == length(c(1,:))
    chari(length(chari)+1) = length(rute_kendaraan(1,:));
end
chari(1) = 0;

%Hitung Jarak Tempuh dan Rute Tiap Hari
jarak_tempuh =
CalculateTotalDistance(rute_kendaraan,Matriks_Jarak);

disp('=====');
disp('=====');

disp(' ');
disp(['Kendaraan ke ', num2str(ii-1), ' dengan kapasitas
', num2str(kendaraan(ii-1))]);
disp(['Jarak Tempuh Total : ', num2str(jarak_tempuh)]);
disp(' ');

for ihari = 2:length(chari(1,:))
    perhari(1,1:chari(ihari)-chari(ihari-1)) =
rute_kendaraan(1,chari(ihari-1)+1:chari(ihari));
%    perhari
    disp(['Hari ke ', num2str(ihari-1)]);
    if perhari(1,chari(ihari)-chari(ihari-1))==261
        disp(['Rute ', num2str(perhari(1,1:chari(ihari)-
chari(ihari-1)-1))]);
        disp(' ');
    else
        disp(['Rute ', num2str(perhari)]);
        disp(' ');
    end
    perhari = [];
end
chari = [];
rute_kendaraan = [];
end
%=====

toc;
```

Lampiran 3 Script M-File MATLAB (lanjutan)

File : CalculateTotalDistance

```
function Total_Jarak = CalculateTotalDistance(Solusi,  
Matriks_Jarak)  
NumberOfJourneys = numel(Solusi) - 1;  
Total_Jarak = 0;  
for i = 1 : NumberOfJourneys  
    Total_Jarak = Total_Jarak + Matriks_Jarak(Solusi(i), Solusi(i  
+ 1));  
end
```

File : PerformSPV

```
function Urutan_SPV = PerformSPV(Urutan_Awal)  
Urutan_SPV = zeros(size(Urutan_Awal));  
[B, index] = sort(Urutan_Awal);  
for i = 1 : numel(Urutan_Awal)  
    Urutan_SPV (index(i)) = i;  
end
```

File : PerformMutation

```
function SolusiMutasi = PerformMutation(Solusi_1, Solusi_2,  
Solusi_3, F)  
SolusiMutasi = Solusi_1 + F * (Solusi_2 - Solusi_3);
```

File : PerformRecombination

```
function Solusi_Rekombinasi = PerformRecombination(Solusi_Awal,  
Solusi_Trial, Cr)  
Solusi_Rekombinasi = zeros(size(Solusi_Awal));  
for i = 1 : numel(Solusi_Awal)  
    if rand < Cr  
        Solusi_Rekombinasi(i) = Solusi_Trial(i);  
    else  
        Solusi_Rekombinasi(i) = Solusi_Awal(i);  
    end  
end
```

Lampiran 4 Rute Distribusi Raskin Divre DKI Jakarta Algoritma DE

Kendaraan yang dipakai

Columns 1 through 7

9000 9000 9000 9000 9000 9000 9000

Jarak Terbaik

1.3779e+004

=====
=====

Kendaraan ke 1 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 2181.036

Hari ke 1

Rute 1 207 1 207 1

Hari ke 2

Rute 1 101 1 101 1 101 176 1

Hari ke 3

Rute 1 176 1 176 198 1

Hari ke 4

Rute 1 198 1 198 1 198 1 198 1

Hari ke 5

Rute 1 198 1 198 1 198 1 198 1

Hari ke 6

Rute 1 198 1 198 1 198 252 1

Hari ke 7

Rute 1 59 180 1 180 1

Hari ke 8

Rute 1 180 1 180 1 180 225 1 225
1

Hari ke 9

Rute 1 161 1 161 1 161 177 1

Hari ke 10

Rute 1 177 1 177 1 177 62 1

Hari ke 11

Rute 1 62 1 62 186 1 186 1

Hari ke 12

Rute 1 71 224 163 192 1

Hari ke 13

Rute 1 192 1 192 1 192 1 192 219
142 1

Hari ke 14

Rute 1 149 29 222 1 222 1

Hari ke 15

Rute 1 222 22 1 22 1 22 116 1

Hari ke 16

Rute 1 214 36 78 1 78 1

Hari ke 17

Rute 1 78 56 1 56 1 56 164 1

Hari ke 18

Rute 1 164 1 164 242 1 242 1

Hari ke 19

Rute 1 204 194 1 194 1 194 1 194 153
147 1

Hari ke 20

Rute 1 112 205 1

=====
=====

Lampiran 4 Rute Distribusi Raskin Divre DKI Jakarta Algoritma DE (lanjutan)

Kendaraan ke 2 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 2049.4944

Hari ke 1

Rute 1 1 205 256 76 1

Hari ke 2

Rute 1 76 1 76 208 1 208 1

Hari ke 3

Rute 1 208 1 208 1

Hari ke 4

Rute 1 208 1 208 1

Hari ke 5

Rute 1 208 159 1 159 1

Hari ke 6

Rute 1 159 178 1 178 1

Hari ke 7

Rute 1 178 74 1 74 1 74 170 1

Hari ke 8

Rute 1 206 65 1

Hari ke 9

Rute 1 65 1 65 1 65 210 1

Hari ke 10

Rute 1 210 1 210 1

Hari ke 11

Rute 1 27 1 27 1

Hari ke 12

Rute 1 34 1 34 1 34 97 90 8 1

Hari ke 13

Rute 1 81 1 81 23 1 23 1 23 1

23 91 104 1 104 1

Hari ke 14

Rute 1 104 1 104 162 82 1 82 217

1

Hari ke 15

Rute 1 217 1 217 1

Hari ke 16

Rute 1 43 108 1 108 1

Hari ke 17

Rute 1 108 55 1 55 1 55 1 55 6

130 1

Hari ke 18

Rute 1 172 14 24 1 24 1

Hari ke 19

Rute 1 94 1 94 3 35 1

Hari ke 20

Rute 1 35 1 35 33 1 33 107 1

107 1

Kendaraan ke 3 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 2120.1969

Hari ke 1

Rute 1 57 251 1

Hari ke 2

Rute 1 251 1 251 123 1

Hari ke 3

Rute 1 135 250 193 1

Hari ke 4

Rute 1 193 1 193 1 193 1 193 44 1

Hari ke 5

Rute 1 44 1 44 21 1

Hari ke 6

Rute 1 21 1 21 1 21 84 89 1 89

109 1 109 1

Lampiran 4 Rute Distribusi Raskin Divre DKI Jakarta Algoritma DE (lanjutan)

Hari ke 7

Rute 1 121 60 1 60 1

Hari ke 8

Rute 1 137 232 1 232 169 1

Hari ke 9

Rute 1 246 41 1 41 1

Hari ke 10

Rute 1 41 184 1 184 1 184 231 1

Hari ke 11

Rute 1 42 1 42 1 42 119 1

Hari ke 12

Rute 1 124 61 1

Hari ke 13

Rute 1 221 1 221 1 221 165 168 1

Hari ke 14

Rute 1 126 30 136 1

Hari ke 15

Rute 1 53 1 53 38 1 38 1 38 1 38 47 1

Hari ke 16

Rute 1 187 1 187 86 1 86 46 1

Hari ke 17

Rute 1 46 1 46 1

Hari ke 18

Rute 1 99 48 1

Hari ke 19

Rute 1 48 1 48 1

Hari ke 20

Rute 1 185 1 185 226 1 226 211 68 1

=====
=====

Kendaraan ke 4 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 2034.9036

Hari ke 1

Rute 1 1 68 255 235 183 1

Hari ke 2

Rute 1 183 1 183 10 1 10 1 10 156 1

Hari ke 3

Rute 1 67 1 67 26 1

Hari ke 4

Rute 1 154 1 154 16 1 16 134 1

Hari ke 5

Rute 1 220 1 220 77 96 1

Hari ke 6

Rute 1 96 1 96 39 1 39 1

Hari ke 7

Rute 1 133 125 106 1

Hari ke 15

Rute 1 45 1 45 181 1

Hari ke 8

Rute 1 106 1 106 1 106 73 1 73 40 1

Hari ke 9

Rute 1 40 1 40 58 2 1 2 1

Hari ke 10

Rute 1 197 1 197 1 197 1 197 1

Hari ke 11

Rute 1 245 128 1 128 1

Hari ke 12

Rute 1 253 218 1 218 1

Hari ke 13

Rute 1 218 227 1 227 1 227 223 1

Hari ke 14

Rute 1 223 1 223 166 45 1

Hari ke 16

Rute 1 181 1 181 1 181 100 1

Lampiran 4 Rute Distribusi Raskin Divre DKI Jakarta Algoritma DE (lanjutan)

Hari ke 17

Rute 1 100 1 100 1 100 32 1

Hari ke 18

Rute 1 32 1 32 85 1 85 1 85
138 1

Hari ke 19

Rute 1 93 191 1 191 1 191 213 1

Hari ke 20

Rute 1 152 150 79 1 79 1 79
140 1

=====
=====

Kendaraan ke 5 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 2173.6319

Hari ke 1

Rute 1 66 1 66 20 1 20 1 20 7 1

Hari ke 2

Rute 1 230 1 230 49 1

Hari ke 3

Rute 1 88 1 88 1 88 145 212 75 1

Hari ke 4

Rute 1 75 1 75 1 75 64 233 141 1

Hari ke 5

Rute 1 155 151 203 1 203 157 1

Hari ke 6

Rute 1 160 1 160 1 160 175 1

Hari ke 7

Rute 1 87 1 87 13 1 13 1 13 25 9 1

Hari ke 8

Rute 1 9 1 9 1 9 117 1

Hari ke 9

Rute 1 259 1 259 1

Hari ke 10

Rute 1 259 70 1 70 1

Hari ke 11

Rute 1 4 1 4 167 247 1

Hari ke 12

Rute 1 247 1 247 241 63 1

Hari ke 13

Rute 1 63 1 63 216 1

Hari ke 14

Rute 1 216 1 216 200 1 200 1

Hari ke 15

Rute 1 200 1 200 113 144 1

Hari ke 16

Rute 1 201 1 201 1 201 102 80 1
80 215 244 1

Hari ke 17

Rute 1 120 1 120 15 1

Hari ke 18

Rute 1 15 1 15 1 15 110 131 1

Hari ke 19

Rute 1 17 1 17 52 1 52 1 52
1 52 249 1

Hari ke 20

Rute 1 12 1 12 1 12 129 258 1

=====
=====

Kendaraan ke 6 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 2137.8207

Hari ke 1

Rute 1 1 258 1 258 1

Hari ke 2

Rute 1 143 72 236 1 236 196 1

Lampiran 4 Rute Distribusi Raskin Divre DKI Jakarta Algoritma DE (lanjutan)

Hari ke 3

Rute 1 196 1 196 1 196 51 1

Hari ke 4

Rute 1 51 1 51 1 51 19 1 19
239 1

Hari ke 5

Rute 1 202 1 202 111 199 1

Hari ke 6

Rute 1 199 1 199 1 199 50 1

Hari ke 7

Rute 1 50 1 50 83 1 83 122 1

Hari ke 8

Rute 1 188 1 188 1 188 114 1

Hari ke 9

Rute 1 260 1 260 1

Hari ke 10

Rute 1 228 1 228 1 228 1

Hari ke 11

Rute 1 28 37 248 1

Hari ke 12

Rute 1 248 1 248 98 118 1

Hari ke 13

Rute 1 118 1 118 103 1 103 1

Hari ke 14

Rute 1 127 1 127 92 146 1

Hari ke 15

Rute 1 105 1 105 229 1 229 190 1

Hari ke 16

Rute 1 190 1 190 1 190 243 1

Hari ke 17

Rute 1 195 1 195 1 195 1 195
257 1

Hari ke 18

Rute 1 257 1 257 1

Hari ke 19

Rute 1 254 1 254 1

Hari ke 20

Rute 1 148 182 1 182 1 182 139 1

=====
=====

Kendaraan ke 7 dengan kapasitas 9000

Jarak Tempuh Total : 1081.4505

Hari ke 1

Rute 1 18 132 69 1 69 234 1

Hari ke 2

Rute 1 234 1 234 173 189 1 189
1

Hari ke 3

Rute 1 189 1 189 209 1 209 1

Hari ke 4

Rute 1 209 179 1 179 1 179 171
1

Hari ke 5

Rute 1 31 11 1 11 158 174 1

Hari ke 6

Rute 1 174 1 174 1 174 1

Hari ke 7

Rute 1 174 1 174 1 174 1

Hari ke 8

Rute 1 174 1 174 1 174 238 1

Hari ke 9

Rute 1 238 1 238 1 238 115 1

Hari ke 10

Rute 1 5 54 1 54 1

Elapsed time is 1676.799209 seconds.