

Laporan Penelitian

Aplikasi Permasalahan Transportasi BBM Jenis Premium Menggunakan *Fuzzy* di PT. Geotama Energi



Tim Pengusul :
Ketua : Paryati, S.T., M.KOM.
Anggota : Dr.Yudiyanta, SP., S(K).
Dr.Awang Hendrianto P, ST.,MT.
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Teknologi Industri

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2015

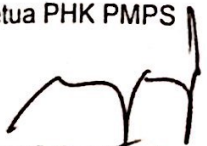
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. a. Judul : Aplikasi Permasalahan Transportasi BBM Jenis Premium Menggunakan Fuzzy di PT. Geotama Energi
- b. Bidang Ilmu : Ilmu Komputer
- c. Arah Riset : Kecerdasan Buatan (*Artificial Intellegence*).
2. Ketua Peneliti
- a. Nama lengkap dan gelar : Paryati, S.T.,M.KOM.
- b. Jenis kelamin : Perempuan
- c. NIK : 2 7104 98 0181 1
- d. Golongan/ pangkat : IIIB / Penata Muda TK-I
- e. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- g. Fakultas / Jurusan : FTI / Teknik Informatika
3. Jumlah Tim Peneliti
- a. Nama anggota Peneliti : Dr. Yudiyanta, SP.,S(K).
- b. Nama anggota Peneliti : Dr. Awang Hendrianto P, ST.,MT.
4. Lokasi Penelitian : Lab Komputasi Prodi Teknik Informatika
UPN "Veteran" Yogyakarta.
5. Lama Penelitian : 8 bulan
6. Biaya yang diperlukan
- a. Sumber UPN : -
- b. Sumber lain : Hibah PHK PMPS
- Jumlah : -

Yogyakarta, 20 Januari 2015

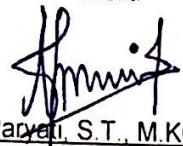
Mengetahui

Ketua PHK PMPS


Heru Cahya Rustamaji, S.SI.,MT.

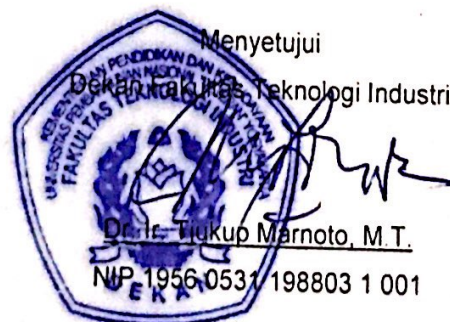
NPY. 2 7106 96 0065 1

Ketua Peneliti


Paryati, S.T., M.KOM.

NPY. 2 7104 98 0181 1

Menyetujui



PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkas dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul "**Aplikasi Permasalahan Transportasi BBM Jenis Premium Menggunakan Fuzzy di PT. Geotama Energi**". Dalam menulis penelitian ini, penulis tidak mungkin lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka penulis menyampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta
2. Ketua lembaga penelitian UPN "Veteran" Yogyakarta.
3. Dekan Fakultas Teknologi UPN "Veteran" Yogyakarta.
4. Para Dosen dan Staff di Program Studi Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta.
5. Bapak, ibu dan saudara yang memberikan dukungan untuk menyelesaikan riset ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan pada hasil penelitian ini. oleh karena itu segala saran dan kritik yang membangun dengan senang hati akan penulis terima guna menyempurnakan penelitian ini. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan. Terima kasih.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Perumusan Masalah	3
1.1.2 Batasan Masalah	3
1.2 Tinjauan pustaka	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1 Algoritma Genetika	6
2.1.1 Istilah-istilah dalam Algoritma Genetika	7
2.1.2 Struktur Umum GA	8
2.1.3 Nilai Awal Proses Pencarian	13
2.2 Representasi Data <i>Fuzzy</i>	14
2.2.1 Himpunan Fuzzy	15
2.2.2 Penentuan Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy	19
2.2.3 Bilangan Fuzzy	21
2.3 Masalah Transportasi	24
2.3.1 Formulasi masalah	25
2.3.2 Representasi masalah transportasi	25
2.3.3 Klasifikasi Masalah Transportasi	26
2.3.4 Masalah Transportasi Kriteria Ganda Parameter biaya Fuzzy	29
2.4 Siklus kerja system engineering menggunakan model <i>waterfall</i>	30
BAB III. ANALISA KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN	
PERANGKAT LUNAK	
3.1 Alat yang dipergunakan	32
3.1.1 Perangkat keras dan Sistem Operasi	32
3.1.2 Perangkat lunak	32
3.2 Cara Penyelesaian	33
3.2.1 Cara Merangking Bilangan Fuzzy dengan Nilai Integral	33
3.2.2 Pareto Optimal pada Transportasi Kriteria Ganda	36
3.2.3 Algoritma Genetika pada Masalah Transportasi	37
3.3 Perancangan Arsitektur TraFAG	43
3.3.1 Komponen Arsitektur TraFAG	44
3.3.2 Masukan Dan Keluaran Arsitektur Trafag	45
3.4 Perancangan Model Fungsional	45
3.4.1 Diagram Aliran Data	45

3.4.2	Kamus Data	51
3.5	Perancangan Struktur Program	52
3.5.1	Perancangan Struktur Modul	52
3.5.2	Perancangan Struktur Data	53
3.5.3	Perancangan Antarmuka	57
BAB IV. IMPLEMENTASI		
4.1	Penyiapan Antarmuka	65
4.2	Aktivasi Prosedur Berdasarkan Struktur Menu	66
4.3	File-file Program	67
4.4	Implementasi program berdasarkan hasil pemfaktoran	67
4.5	Variabel Global	68
4.6	Implementasi Prosedur	69
4.7	Cara Pemakaian	82
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
5.1	Kebutuhan Memori	83
5.2	Pengaruh jumlah depot terhadap waktu proses.	84
5.3	Pengaruh jumlah populasi terhadap waktu proses.	85
5.4	Pengaruh jumlah generasi terhadap waktu proses.	86
5.5	Pengaruh parameter alpha terhadap nilai integral	87
5.6	Pengaruh generasi terhadap fungsi fitness	88
5.7	Pengaruh populasi terhadap fungsi fitness	90
5.8	Pengaruh parameter alpha terhadap fungsi fitness	92
5.9	Pengaruh probabilitas crossover terhadap fungsi fitness	93
5.10	Pengaruh probabilitas mutasi terhadap fungsi fitness	95
5.11	Hasil kombinasi parameter genetika	96
BAB VI PENUTUP		
6.1	Kesimpulan	97
6.2	Saran	98

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen-komponen Delphi yang digunakan	33
Tabel 3. 2 Kamus data	51
Tabel 3. 3 Hasil pemfaktoran	52
Tabel 4. 1 File Unit dan File Form pada TraFag	65
Tabel 4. 2 Prosedur yang Diaktifkan melalui struktur menu	66
Tabel 4. 3 File-file Unit Pendukung TraFAG	67
Tabel 4. 4 Implementasi pada hasil pemfaktoran	67
Tabel 4. 5 Kegiatan dan Aksi pada TraFAG	82
Tabel 5. 1 Probabilitas Crossover terhadap fungsi fitness	94
Tabel 5. 2 Probabilitas Mutasi terhadap fungsi fitness	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Algoritma Genetika	10
Gambar 2. 2 Perbandingan pendekatan konvensional dengan GA	13
Gambar 2. 3 (a) Himpunan Crips Tinggi Badan	16
Gambar 2. 4 (b) Bilangan <i>Fuzzy</i> Triangular	23
Gambar 2. 5 Bell Curve Seimbang	24
Gambar 2. 6 Model Graph Masalah transportasi	26
Gambar 3. 1 Fungsi keanggotaan μ_A	35
Gambar 3. 2 Algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah transportasi	37
Gambar 3. 3 Inisialisasi pada algoritma genetika	37
Gambar 3. 4 Arsitektur TraFAG	43
Gambar 3. 5 Konteks Diagram (DFD Level 0)	46
Gambar 3. 6 DFD Level 1 TraFAG	47
Gambar 3. 7 DFD Level 2 Operasi Genetika	48
Gambar 3. 8 DAD level 2 proses rekombinasi	49
Gambar 3. 9 DAD Level 2 proses evaluasi	50
Gambar 3. 10 DAD Level 2 proses seleksi	50
Gambar 3. 11 Proses mutasi	51
Gambar 3. 12 Struktur Data TTFN	53
Gambar 3. 13 Struktur Data Tkromosom	54
Gambar 3. 14 Struktur Data Tdepot	55
Gambar 3. 15 Struktur Data TMatriksTFN	55
Gambar 3. 16 Struktur Data TIndividual	56
Gambar 3. 17 Struktur Data TPopulasi	57
Gambar 3. 18 Menu utama TraFAG	59
Gambar 3. 19 Layar saji parameter genetika	60
Gambar 3. 20 Layar saji parameter transportasi	60
Gambar 3. 21 Layar saji parameter <i>fuzzy</i>	61
Gambar 3. 22 Layar saji kriteria transportasi 1	61
Gambar 3. 23 Layar saji kriteria transportasi 2	62
Gambar 3. 24 Layar saji parameter eksekusi	62
Gambar 3. 25 Layar saji input bilangan segitiga <i>fuzzy</i>	63
Gambar 3. 26 Layar saji input unit komoditas barang	63
Gambar 3. 27 Layar Saji Hasil TraFAG	64
Gambar 4. 1 Variabel Global pada TraFAG	68
Gambar 4. 2 Prosedur Genetika pada TraFAG	69
Gambar 4. 3 Prosedur untuk membaca data transportasi	69
Gambar 4. 4 Prosedur untuk mengedit data kriteria transportasi 1 dan 2	70
Gambar 4. 5 Algoritma untuk Setting Parameter	71
Gambar 4. 6 Prosedur untuk mengecek kondisi balance	71

Gambar 4. 7	Prosedur Inisialisasi Kromosom	72
Gambar 4. 8	Prosedur Inisialisasi Populasi	73
Gambar 4. 9	Prosedur Rekombinasi	73
Gambar 4. 10	Prosedur Pilih kromosom crossover	73
Gambar 4. 11	Prosedur Pilih kromosom mutasi	74
Gambar 4. 12	Prosedur Crossover	74
Gambar 4. 13	Prosedur Mutasi	74
Gambar 4. 14	Prosedur Buat Submatrik	75
Gambar 4. 15	Prosedur realokasi	75
Gambar 4. 16	Prosedur replace	76
Gambar 4. 17	Prosedur evaluasi	76
Gambar 4. 18	Fungsi evaluasi kriteria 1	77
Gambar 4. 19	Fungsi evaluasi kriteria 2	77
Gambar 4. 20	Prosedur Seleksi	78
Gambar 4. 21	Prosedur hitung fitness	78
Gambar 4. 22	Prosedur sorting fitness	79
Gambar 4. 23	Prosedur merging	79
Gambar 4. 24	Prosedur Solusi Pareto	80
Gambar 4. 25	Prosedur untuk mencari solusi kompromi terbaik	82

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan aplikasi, perancangan dan implementasi suatu perangkat lunak sebagai alat bantu untuk menyelesaikan permasalahan model transportasi BBM jenis premium untuk kriteria ganda dengan parameter biaya *fuzzy*, menggunakan algoritma genetika di PT. Geotama Energi. Perangkat lunak ini diberi nama TraFAG.

Perancangan perangkat lunak menggunakan metodologi Waterfall, yang terdiri dari analisa, desain, implementasi serta pengujian. Algoritma yang digunakan adalah algoritma genetika. Algoritma ini didasarkan pada proses genetika yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi atau siapa yang kuat yang akan bertahan (*survive*). Pada sistem transportasi, pengaruh kemacetan sarana transportasi menghasilkan ketidakpastian pada sebagian atau seluruh koefisien pada fungsi objektif, seperti biaya transportasi atau waktu pengiriman yang menjadi tidak dapat diketahui secara pasti. Suatu cara untuk menangani ketidakpastian dalam pengambilan keputusan tersebut menggunakan prinsip *fuzzy*. Parameter biaya fuzzy pada TraFAG menggunakan *Triangular Fuzzy Number (TFN)*. Dalam optimasi kriteria ganda, penentuan nilai optimal menggunakan solusi pareto. Solusi Pareto ditentukan dengan mendasarkan pada nilai tujuan fuzzy yang diurutkan. Perbandingan dan pengurutan bilangan fuzzy, menggunakan nilai integral. Perangkat lunak TraFAG diimplementasikan di lingkungan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 5.0, yang merupakan pengembangan dari bahasa Pascal untuk lingkungan pemrograman berbasis Window.

Penyelesaian masalah transportasi kriteria ganda dapat diselesaikan dengan pendekatan secara heuristik menggunakan algoritma genetika. Analisa hasil program menunjukkan bahwa waktu proses pada kasus uji akan berbanding lurus dengan hasil kali jumlah depot sumber dan depot tujuan dengan koefisien korelasi 0.89. Analisa juga menunjukkan bahwa banyaknya populasi adalah berbanding lurus/linier untuk masing-masing kasus uji terhadap waktu proses dengan koefisien korelasi 0.99. Parameter α menunjukkan derajat optimisme akan mempengaruhi hasil nilai integral secara linier. Semakin tinggi nilai alpha maka semakin besar biaya transportasi. Alpha yang sebaiknya dipilih adalah bernilai 0.5, yang merupakan nilai moderate sehingga berada dalam kondisi yang aman. Alpha yang menghasilkan biaya minimal untuk kasus uji 2 hingga kasus uji 6 adalah 0.1. Semakin besar jumlah populasi maka mempunyai kecenderungan semakin kecil fungsi fitnessnya. Semakin besar jumlah generasi maka biaya transportasi semakin kecil. Hasil yang didapat relatif stabil rata-rata pada generasi 300 ke atas. Probabilitas crossover berpengaruh terhadap fungsi fitness. Pada kasus 13 dan 15 probabilitas crossover yang mengakibatkan nilai fungsi fitness minimal adalah 0.1. Probabilitas mutasi banyak berpengaruh terhadap fungsi fitness. Pada kasus 2 menyebabkan probabilitas mutasi stabil dengan nilai fitness 48.35.

Keywords : *Genetic Algorithm, Bicriteria and Fuzzy parameter.*

ABSTRACT

The design and implementation of a software used as a tool aid to create a bicriteria transportation model which is equipped with a *fuzzy* cost parameter by using genetic algorithm, has been made. This software is called TraFAG.

Waterfall methodology, which comprised of analyzing, designing, implementing and testing processes, was used in the software engineering. The algorithm used in these processes is a genetic algorithm. It is based on the genetic processed of living creatures, that is, generation processes in a natural population which ultimately follow selection principles, or where it is only the strong that will survive. In the transportation system, the impacts of transportation causes uncertainty on some or all coefficients of the objective functions, such as transportation costs or delivery time becomes unclear. One way to deal with uncertainty in making such decision is by using *fuzzy* principles. The parameters of the fuzzy costs on TraFAG uses Triangular Fuzzy Number (TFN). In bicriteria optimization, the decision of optimum value uses Pareto solution. Pareto Solution is determined on the basis of ordered values of fuzzy destination. The comparison and order of the fuzzy values uses integral values. The TraFAG software is applied in the programming language environment of Borland Delphi Version 3.0., one that is developed from Pascal for Window based programming environment.

The solution of double criteria transportation problem can be solved by heuristic approach using genetic algorithm. The analysis of programme value shows that the process on evaluation case will straight proportional with the result of the multiplication of the source of depot total and the destination depot with the correlation coefisien 0.89. The analysis also shows that the amount of population is straight proportional/linear to each of the case evaluation towards the process time with correlation coefisien 0.99. Parameter α shows the optimism degree will influence the result of the integral value linearly. The higher of the α value, so the cost of transportation is the bigger. It is better to choose the α with has value 0.5, which has moderate value in order that it will be in safe condition. The α which produces minimum cost for the evaluation case 2 up to 6 is 0.1. The bigger of the population amount has inclination smaller of its fitness function. The bigger amount of the generation so the transportation cost will be smaller. The value which is gotten is in relative average stable in the generation over 300. The crossover probability influences to the fitness function. In case 13 and 15 the crossover probsbility causes the value of the fitness function minimum 0.1. Transfer transportation has more influence to the fitness function. In case 2 causes the trasfer transportation stable with the fitness value 48.35.

SURAT PERNYATAAN KESANGGUPAN

Yang bertandatangan di bawah ini

Nama : Ir. Aris Buntoro, MT

Jabatan : Pimpinan PT. Geotama Energi

Alamat : Jl. Laksda Adisucipto Km 5, Victoria Residence Cluster Helena No. 7,
Ambarukmo, Yogyakarta

Nomor HP : 0811256625


Menyatakan:

1. Bersedia bekerjasama dengan Tim Peneliti, yaitu bekerjasama selaku narasumber dan memfasilitasi obyek penelitian tentang **Pengembangan Aplikasi Permasalahan Transportasi Menggunakan Fuzzy**.
2. Bersedia menerapkan hasil penelitian untuk mendukung rencana strategik dalam transportasi PT. Geotama Energi.

Demikian surat pernyataan kesanggupan sebagai mitra ini kami buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 22 Juli 2014

Pimpinan PT. Geotama Energi


geotama energi

Ir. Aris Buntoro, MT

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

"Masalah transportasi membahas pengiriman komoditas barang dari beberapa sumber ke sejumlah tujuan (Hitchcock,1941)". Masing-masing sumber dan tujuan mempunyai persediaan dan permintaan kebutuhan komoditas dalam jumlah tertentu. Tujuan penyelesaian masalah ini adalah mengalokasikan persediaan masing-masing sumber untuk memenuhi permintaan masing-masing tujuan sedemikian sehingga dapat meminimasi biaya transportasi total.

Masalah transportasi dapat dibagi menurut fungsi tujuan serta batasannya. Menurut fungsi tujuannya, masalah transportasi dapat dipisahkan antara linier dan non linier, serta antara kriteria tunggal dan kriteria majemuk. Menurut batasannya, masalah transportasi dapat dipisahkan antara *solid* dan *planar*, serta antara setimbang dan tidak setimbang.

"Algoritma genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi linear (Vignaux dan Michalewicz, 1991)". Penggunaan algoritma genetika ini merupakan contoh *constrains optimization problem* yang meneliti mengenai bagaimana batasan-batasan tersebut dengan algoritma genetika dan menunjukkan kemampuan algoritma genetika yang memberikan kebebasan untuk menggunakan sembarang struktur data pada suatu permasalahan secara bersama-sama dengan operator genetiknya.

“Masalah transportasi linear kriteria ganda dan masalah transportasi *solid* serta *planar* kriteria ganda dapat diselesaikan menggunakan algoritma genetika (Yang dan Gen, 1995)”. Beberapa metode pemrograman linear *multi objective* khususnya untuk masalah transportasi telah dikembangkan dengan berbagai cara pendekatan yang *konvensional*, untuk kasus *multi objective* adalah untuk menghasilkan titik ekstrim *non* dominasi pada ruang keputusan. Dengan mengikuti metodologi ini penggunaan algoritma genetika dimaksudkan untuk menentukan himpunan titik *non* dominasi, dengan ide dasar ini algoritma genetika merupakan cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang *multi objective*. Dengan pendekatan kriteria ganda, disamping biaya transportasi banyak faktor lain yang berpengaruh seperti waktu pengiriman kuantitas barang yang dikirimkan dan penurunan produksi.

Alasan dilakukannya penelitian ini karena pada sistem transportasi, pengaruh kemacetan sarana transportasi menghasilkan ketidakpastian pada sebagian atau seluruh koefisien pada fungsi objektif, seperti biaya transportasi atau waktu pengiriman yang menjadi tidak dapat diketahui secara pasti. “Suatu cara untuk menangani ketidakpastian dalam pengambilan keputusan tersebut menggunakan prinsip *fuzzy* (Lutfi A. Zadeh, 1965)”. Dengan prinsip *fuzzy*, akan dikembangkan suatu metode penyelesaian masalah transportasi dengan tambahan berupa biaya transportasi yang bersifat *fuzzy* untuk menangani ketidakpastian pada parameter fungsi objektif.

1.1.1 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalahnya adalah Bagaimana merancang dan mengimplementasikan perangkat lunak untuk menyelesaikan masalah transportasi kriteria ganda dengan parameter biaya *fuzzy* menggunakan algoritma genetika.

1.1.2 Batasan Masalah

Mengingat begitu kompleksnya bidang dan permasalahan yang dikaji maka dilakukan pembatasan masalah. Permasalahan yang akan dibahas dalam riset ini dibatasi pada :

- a. Kondisi *Balanced*, jumlah komoditas persediaan barang pada depot sumber sama dengan jumlah komoditas permintaan pada depot tujuan. Kondisi *unbalanced* tidak dibahas.
- b. Parameter biaya transportasi *fuzzy* menggunakan bilangan *fuzzy* segitiga (*triangular fuzzy number*) dengan $a_1 \leq a_2 \leq a_3$.
- c. Masalah transportasi yang dibahas adalah *planar*, dengan kendaraan pengangkut serba sama serta kapasitas tidak dibatasi.
- d. Biaya transportasi pengiriman barang dari suatu sumber ke tujuan tertentu berbanding lurus (*linear*) dengan banyaknya unit barang yang dikirimkan.

1.2 Tinjauan Pustaka

“Masalah transportasi pertama kali dibahas oleh (Hitchcock, 1941)”. Sejak saat itu maka penelitian mengenai masalah ini telah mendapatkan sejumlah perhatian besar dari para ilmuan dan memunculkan sejumlah variasi pengembangan masalah transportasi. Versi dasar dari masalah transportasi bersifat linear mempunyai satu fungsi tujuan serta jumlah permintaan sama dengan jumlah persediaan. Dikarenakan masalah ini memiliki struktur khusus pada batasannya maka dicari algoritma optimisasi untuk menyelesaikan masalah ini. Variasi metode simplek dipergunakan untuk menyelesaikan masalah ini pada kasus-kasus tertentu.

“Vignaux dan Michalewics (1991) memaparkan penggunaan algoritma genetika untuk masalah transportasi yang linear. Fungsinya tidak untuk membandingkan metode genetika dengan metode konvensional namun sebagai contoh dari penyelesaian masalah optimasi terutama mengenai cara menangani fungsi kendala dengan algoritma genetika dan menunjukkan kemampuan dari algoritma genetika tersebut yang menggunakan sembarang struktur data yang cocok untuk masalah tersebut bersama-sama dengan operator genetikanya”. “Michalewics dan Vignaux (1991) juga membuat penyelesaian masalah transportasi non linear untuk kondisi setimbang”. “Selanjutnya Yang dan Gen (1994) melanjutkan penelitiannya Michalewics untuk masalah transportasi linear dengan kriteria ganda yang dilanjutkan dengan penyelesaian masalah transportasi linear dengan kriteria majemuk (*multi objective*)”. Pendekatan konvensional untuk kasus multi objektif adalah membangkitkan titik ekstrim non dominasi pada ruang keputusan atau kriteria.

“Dengan mengikuti metodologi ini Yang dan Gen (1994) berusaha untuk menggunakan algoritma genetika untuk menentukan himpunan titik non dominasi tersebut”.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan suatu perangkat lunak sebagai alat bantu untuk menyelesaikan model transportasi kriteria ganda dengan parameter biaya *fuzzy*. Algoritma yang digunakan pada perangkat lunak ini adalah algoritma genetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Beasley, J.E., et.al., 1998, *A Genetic Algorithm for Multidimensional Knapsack problem*, The Management School, Imperial College's Journal of Heuristics, London Vol 4, pp63-86.
- Cox E., 1994, *The Fuzzy Systems Handbook*, AP Proffesional, Cambridge.
- Fonseca, Carlos M, and Fleming, 1995, *Genetic Algorithm Formulation Objective Optimazation : Formulation, discussion and Generallization*, Dept. Automation & Controller System Engineering, University of Sheffield, UK.
- Gen, M. and Cheng, R., 1997, *Genetic Algorithms and Engineering Design*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Gen, M. and Cheng, R., 2000, *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Golberg, David. E . 1989, *Genetic Algorithm in Search, Optimazation and Machine Learning*, Reading Messachusetts, Adisson Wesley Publishing Company, Inc. USA.
- Kalyanmoy, Dep, 1999, *Multiobjective Genetic Algorithm : Problem Difficulties and Construction of the Problems*, Journal Evolutionary Computation 7(30);205-230.
- Klir, G.J. and Folger T.A., 1988, *Fuzzy Sets, Uncertainly and Information*, Prentice Hall International Inc., London.
- Pranata, A., 1997, *Pemrograman Borland Delphi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Pressman, R.J , 1987 , *Software Engineering A Practitional Approach*, Mc Graw Hill, London .
- Michalewicz, Z, 1995, *Genetic Algorithm + Data Structures = Evolution Programs*, Spinger, New York.