

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI
MENGUNAKAN METODE MODI DAN STEPPING STONE**



SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu Pendidikan

Disusun Oleh:

NURKHOLIK
NIM 0243 1034

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
JURUSAN TADRIS MIPA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS TARBIYAH
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2006

Bapak Dr. Talib Hashim Hasan, M.Sc., M.A.

Dosen Fakultas Tarbiyah

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

NOTA DINAS

Hal : Skripsi

Saudara Nurkholik

Lamp :

Kepada :

Yth. Dekan Fakultas Tarbiyah

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di tempat

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Setelah membaca, meneliti, dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara :

Nama : Nurkholik
NIM : 0243 1034
Fakultas : Tarbiyah
Jurusan : Tadris Pendidikan Matematika
Judul :

**“PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN
METODE MODI DAN STEPPING STONE”**

Telah dapat diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu Pendidikan Matematika pada Fakultas Tarbiyah selanjutnya dapatlah kiranya dimunaqosahkan.

Akhirnya, sebelum dan sesudahnya kami haturkan terima kasih.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةِ وَرِكَاتِهِ

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 11 Oktober 2006

Pembimbing I



Dr. Talib Hashim Hasan, M.Sc., M.A.

NIP : 111 111

Ibu Dra. Endang Sulistyowati
Dosen Fakultas Tarbiyah
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

NOTA DINAS

Hal : Skripsi
Saudara Nurkholik

Lamp :

Kepada :
Yth. Dekan Fakultas Tarbiyah
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di tempat

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Setelah membaca, meneliti, dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara :

Nama : Nurkholik
NIM : 0243 1034
Fakultas : Tarbiyah
Jurusan : Tadris Pendidikan Matematika
Judul :

**“PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN
METODE MODI DAN STEPPING STONE”**

Telah dapat diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu Pendidikan Matematika pada Fakultas Tarbiyah selanjutnya dapatlah kiranya dimunaqosahkan.

Akhirnya, sebelum dan sesudahnya kami haturkan terima kasih.

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Yogyakarta, 11 Oktober 2006
Pembimbing II



Dra. Endang Sulistyowati
NIP : 150 292 517

Much Abrori, S.Si.
Dosen Fakultas Tarbiyah
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

NOTA DINAS KONSULTAN

Kepada :
Yth. Dekan Fakultas Tarbiyah
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di tempat

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Setelah membaca, meneliti, dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi saudara :

Nama : Nurkholik
NIM : 0243 1034
Fakultas : Tarbiyah
Jurusan : Tadris Pendidikan Matematika
Judul :

“PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE MODI DAN STEPPING STONE”

Telah dapat diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu Pendidikan Matematika pada Fakultas Tarbiyah Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Akhirnya, semoga skripsi ini bermanfaat bagi Almamater, Nusa, Bangsa dan Agama.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 07 Desember 2006

Konsultan


Much Abrori, S.Si.
NIP : 150 293 247



DEPARTEMEN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS TARBIYAH
Jln. Laksda Adi Sucipto, Telp. 513056, Yogyakarta 55281
E-mail: ty-suka@yogya.wasantara.net.id

PENGESAHAN

Nomor : UIN.02/DT/PP.01.1/768/2006

Skripsi dengan judul :

“PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE MODI DAN STEPPING STONE”

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

NURKHOLIK
NIM 0243 1034

Telah dimunaqosahkan pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 01 Desember 2006

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga
SIDANG DEWAN MUNAQOSAH

Ketua Sidang

Drs. H. Sedya Santosa, SS, M. Pd
NIP : 150 249 226

Sekretaris Sidang

Susi Yunita Prabawati, M. Si.
NIP : 150 293 686

Pembimbing I

Dr. Talib Hashim Hasan, M.Sc., M.A.
NIP : 111111

Pembimbing II

Dra. Endang Sulistyowati
NIP : 150 292 517

Penguji I

Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si
NIP : 150 229 967

Penguji II

Much Abrori, S.Si.
NIP : 150 293 247

Yogyakarta, 15 Desember 2006

UIN SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS TARBIYAH
DEKAN



Drs. H. Rahmat, M.Pd
NIP : 150037930

MOTTO

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ
صُنُوفٌ وَأَغْنُصٌ صِنُوفٌ يُسْقَىٰ بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضِلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي
الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

*“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir”.
(QS. Ar Ra’d : 4)*

*Pelajarilah ilmu, barang siapa mempelajarinya karena Allah itu taqwa, menuntutnya itu ibadah, mengulang-ngulangnya itu tasbih, membahasnya itu jihad, mengajarkannya kepada orang yang tidak tahu itu sedekah, memberikannya kepada ahlinya itu mendekatkan diri kepada Tuhan
(Abusy Syaikh Hibban dan Ibu Abdil Barr, (Ilya Al-ghozali, 1986))*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

*Skripsi ini ku persembahkan kepada :
Almamater tercinta UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta.*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE MODI DAN STEPPING STONE

ABSTRAK

Nurkholik
NIM 0243 1034

Pemrograman linear berkaitan dengan permasalahan di dunia nyata yang diubah dalam model matematika yang terdiri dari fungsi tujuan dan beberapa kendala linear. Masalah transportasi merupakan masalah khusus dalam Pemrograman Linear yang menyangkut distribusi produk dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju beberapa daerah tujuan, dengan permintaan tertentu. Cara mendistribusikan produk dari beberapa sumber ke beberapa daerah tujuan dapat dilakukan dengan metode transportasi. Metode MODI dan metode *Stepping Stone* merupakan contoh metode transportasi.

Tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui bagaimana cara menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi yang meliputi masalah transportasi seimbang, masalah transportasi tidak seimbang, masalah transportasi yang mengalami degenerasi dan masalah transportasi dalam hal maksimisasi keuntungan dan juga untuk membandingkan (mengkomparasikan) antara metode MODI dan metode *Stepping Stone* dalam menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi. Penyelesaian optimal yang akan dicapai adalah meminimalkan total biaya transportasi atau memaksimalkan total keuntungan.

Metode Biaya Minimal dan metode VAM memberikan penyelesaian layak dasar awal yang lebih baik dari pada metode Sudut Barat Laut dilihat dari tabel awal yang dihasilkan karena Metode Biaya Minimal dan metode VAM menghasilkan tabel awal yang mendekati tabel optimal dengan iterasi yang lebih sedikit. Pada uji optimalitas, antara metode MODI dan metode *Stepping Stone* pada dasarnya adalah sama. Namun demikian, metode MODI dinilai lebih efisien dari pada metode *Stepping Stone* karena metode MODI menyediakan cara dalam uji optimalitas untuk menghitung indeks perbaikan lebih cepat untuk setiap sel bukan basis tanpa menggambarkan semua jalur tertutup. Dengan kata lain, metode MODI hanya membutuhkan satu jalur tertutup, yaitu dalam hal menentukan sel yang akan keluar basis. Penyelesaian optimal yang diperoleh dalam masalah maksimisasi keuntungan adalah total keuntungan maksimal tetapi total biaya transportasi belum tentu minimal.

Key Word : Penyelesaian masalah transportasi, MODI dan *Stepping Stone*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Dzat yang Maha Besar, atas segala karunia, petunjuk dan rahmatnya kepada penulis, berkat-Nya lah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat-sahabat, serta orang-orang yang mengikutinya hingga akhir zaman.

Skripsi ini dapat terwujud atas bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis sampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Drs. H. Rahmat, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Drs. H. Sedyo Santoso, S.S., M.Pd selaku Ketua Jurusan Tradris MIPA Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Susi Yunita Prabawati, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Tadris MIPA Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Matematika, sekaligus sebagai Pembimbing Akademik.
6. Bapak Dr. Talib Hashim Hasan, M.Sc., M.A. selaku pembimbing I dan Ibu Dra. Endang Sulistyowati selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah UIN sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.

8. Ayah dan Ibu, serta kakak-kakakku yang senantiasa memberikan motivasi, semangat, dukungan baik moril maupun spirituil kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Adikku tersayang, *Yuni Puji Astuti* yang telah banyak berkorban sehingga penulis mampu menyelesaikan jenjang pendidikan di Perguruan Tinggi.
10. Tercinta Ika Sukmawati, yang telah banyak berkorban dan membuatku bangkit, senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan kesetiaan.
11. Teman-teman TPM angkatan 2002, *Slamet, Nasir, Bambang, Siswadin, Deden-GILAS, Alit, Dede, Nisa', Dian, Suci, Anita, Nurul, Tini* dll, yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
12. Teman-teman KKN angkatan ke-57, *Gus Ipul, Pak Mizan, Ipunk, Monthe, Oliep, Darni, Umma, Suci* dan juga kepada seluruh warga Ngrajek 3, terutama Bapak Aman sekeluarga serta Bapak Kadus Maryadi yang telah memberikan do'anya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan dan pahala yang berlipat ganda dan menjadikan amalan tersebut sebagai bekal di akherat nanti, Amien.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu besar harapan penulis atas kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan-penulisan selanjutnya.

Yogyakarta, ~~12~~ 20 Maret 2006

Penulis



Nurkholik

NIM 0243 1034

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA DINAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	6
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
F. Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	10
A. Tinjauan Pustaka	10
B. Landasan Teori.....	11
1. Deskripsi Teoritik.....	11

a. Pemrograman Linear	14
b. Bentuk Umum Masalah Pemrograman linear	16
c. Masalah Transportasi	17
d. Model Transportasi	18
e. Bentuk Umum Tabel Transportasi	20
f. Metode Transportasi.....	23
1) Metode untuk menentukan penyelesaian layak dasar awal	24
a) Metode Sudut Barat Laut (<i>North West Corner Method</i>)....	24
b) Metode Biaya Minimal (<i>Least Cost Method</i>)	25
c) Metode VAM (<i>Vogel's Approximations Method</i>).....	26
2) Metode untuk melakukan uji optimalitas	27
a) Metode Batu Loncatan (<i>Stepping Stone Method</i>).....	27
b) Metode MODI (<i>Modified Distributions Method</i>).....	29
g. Model Transportasi Tidak Seimbang (<i>Unbalance Problem</i>).....	29
1) Penawaran lebih besar dari permintaan	30
2) Penawaran lebih kecil dari permintaan.....	31
h. Degenerasi.....	31
i. Maksimisasi Keuntungan.....	32
2. Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
A. Bahan-bahan Penelitian.....	36
B. Alat-alat Penelitian.....	36
C. Metode Pengumpulan Data.....	37

D. Metode Analisis Data.....	37
E. Rancangan Metode MODI.....	39
F. Rancangan Metode <i>Stepping Stone</i>	41
BAB IV PENERAPAN DAN PEMBAHASAN.....	46
A. Penerapan.....	46
1. Cara Menentukan Penyelesaian Layak Dasar Awal.....	50
a. Metode Sudut Barat Laut (<i>North West Corner Method</i>).....	50
b. Metode Biaya Minimal (<i>Least Cost Method</i>).....	53
c. Metode VAM (<i>Vogel's Approximations Method</i>).....	56
2. Cara Uji Optimalitas Masalah Transportasi dengan Metode MODI.....	60
a. Uji optimalitas metode MODI dengan tabel awal metode sudut barat laut.....	61
b. Uji optimalitas metode MODI dengan tabel awal metode biaya minimal.....	75
c. Uji optimalitas metode MODI dengan tabel awal metode VAM.....	89
3. Cara Uji Optimalitas Masalah Transportasi dengan Metode <i>Stepping Stone</i>	93
a. Uji optimalitas metode <i>stepping stone</i> dengan tabel awal metode sudut barat laut.....	94
b. Uji optimalitas metode <i>stepping stone</i> dengan tabel awal metode biaya minimal.....	100

c. Uji optimalitas metode <i>stepping stone</i> dengan tabel awal metode VAM	105
4. Cara Pengisian Tabel Awal Masalah Transportasi	
Tidak Seimbang.....	107
a. Penawaran lebih besar dari permintaan.....	107
1) Menentukan penyelesaian layak dasar awal	109
2) Uji optimalitas dengan metode MODI.....	110
3) Uji optimalitas dengan metode <i>Stepping Stone</i>	114
b. Penawaran lebih kecil dari permintaan	116
1) Menentukan penyelesaian layak dasar awal	118
2) Uji optimalitas dengan metode MODI.....	119
3) Uji optimalitas dengan metode <i>Stepping Stone</i>	127
5. Cara Menentukan Penyelesaian Optimal	
Masalah Degenerasi.....	131
a. Menentukan penyelesaian layak dasar awal	133
b. Uji optimalitas dengan metode MODI.....	134
c. Uji optimalitas dengan metode <i>Stepping Stone</i>	138
6. Maksimisasi Keuntungan dengan Metode MODI dan <i>Stepping Stone</i>	139
a. Menentukan penyelesaian layak dasar awal	142
b. Uji optimalitas dengan metode MODI.....	142
c. Uji optimalitas dengan metode <i>Stepping Stone</i>	146
B. Pembahasan.....	150

BAB V PENUTUP	155
A. Kesimpulan	155
B. Saran-saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA	159
LAMPIRAN-LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Bentuk umum tabel transportasi.....	21
Tabel 2.2	Bentuk umum tabel transportasi (dalam bukunya Zulian Yamit).....	22
Tabel 4.1	Tabel awal transportasi	50
Tabel 4.2	Tabel awal metode sudut barat laut.....	52
Tabel 4.3	Tabel awal metode biaya minimal	55
Tabel 4.4	Tabel awal metode VAM.....	59
Tabel 4.5	Tabel awal metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode sudut barat laut.....	63
Tabel 4.6	Tabel iterasi 1 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode sudut barat laut.....	65
Tabel 4.7	Tabel iterasi 2 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode sudut barat laut.....	68
Tabel 4.8	Tabel iterasi 3 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode sudut barat laut.....	71
Tabel 4.9	Tabel awal metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal	78
Tabel 4.10	Tabel iterasi 1 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal.....	79
Tabel 4.11	Tabel iterasi 2 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal	83
Tabel 4.12	Tabel iterasi 3 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal	86
Tabel 4.13	Tabel iterasi 1 metode MODI berdasarkan penyelesaian awal metode VAM.....	91
Tabel 4.14	Tabel iterasi 1 metode <i>stepping stone</i> berdasarkan penyelesaian awal metode sudut barat laut	95
Tabel 4.15	Tabel iterasi 2 metode <i>stepping stone</i> berdasarkan penyelesaian awal metode sudut barat laut	97
Tabel 4.16	Tabel iterasi 3 metode <i>stepping stone</i> berdasarkan	

	penyelesaian awal metode sudut barat laut	98
Tabel 4.17	Tabel iterasi 1 metode <i>stepping stone</i> berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal	101
Tabel 4.18	Tabel iterasi 2 metode <i>stepping stone</i> berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal	102
Tabel 4.19	Tabel iterasi 3 metode <i>stepping stone</i> berdasarkan penyelesaian awal metode biaya minimal	104
Tabel 4.20	Tabel masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih besar dari permintaan)	109
Tabel 4.21	Tabel penyelesaian layak dasar awal masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih besar dari permintaan)	110
Tabel 4.22	Tabel optimal masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih besar dari permintaan)	113
Tabel 4.23	Tabel masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih kecil dari permintaan)	117
Tabel 4.24	Tabel penyelesaian layak dasar awal masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih kecil dari permintaan)	118
Tabel 4.25	Tabel iterasi 1 uji optimalitas masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih kecil dari permintaan)	121
Tabel 4.26	Tabel pengalokasian ulang iterasi 1 uji optimalitas masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih kecil dari permintaan)	123
Tabel 4.27	Tabel iterasi 1 uji optimalitas masalah transportasi tidak seimbang (penawaran lebih kecil dari permintaan) dengan metode <i>stepping stone</i>	128
Tabel 4.28	Tabel Degenerasi	133
Tabel 4.29	Tabel penyelesaian layak dasar awal masalah degenerasi	134
Tabel 4.30	Tabel optimal uji optimalitas masalah degenerasi dengan metode MODI	137
Tabel 4.31	Tabel optimal uji optimalitas masalah degenerasi dengan metode <i>stepping stone</i>	138

Tabel 4.32	Tabel biaya harapan	141
Tabel 4.33	Tabel awal maksimisasi keuntungan.....	142
Tabel 4.34	Tabel penyelesaian layak dasar awal masalah maksimisasi keuntungan dengan metode VAM	143
Tabel 4.35	Tabel uji optimalitas masalah maksimisasi keuntungan dengan metode MODI.....	144
Tabel 4.36	Tabel uji optimalitas masalah maksimisasi keuntungan dengan metode <i>stepping stone</i>	147

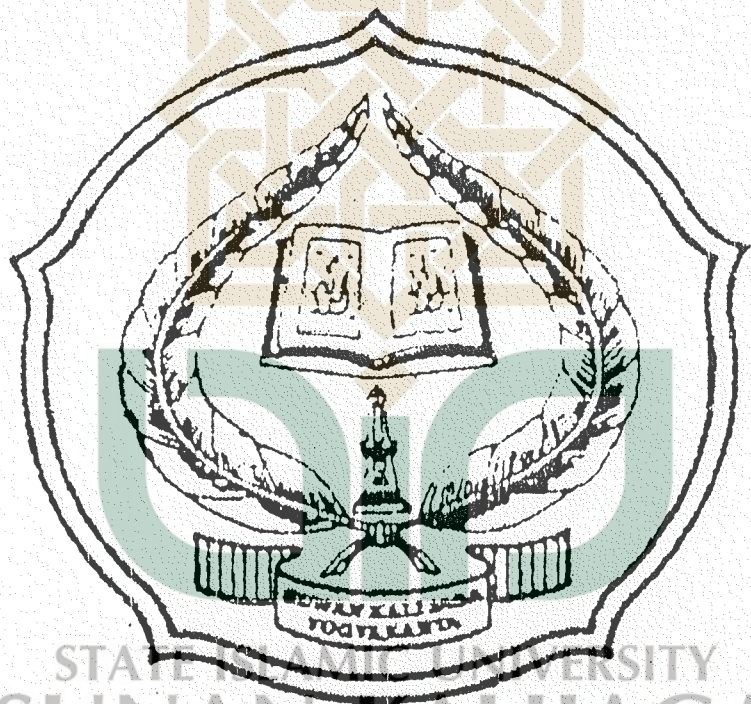


STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model pemrograman linear yang mewakili masalah transportasi.....	18
Gambar 3.1	Langkah uji optimalitas dengan metode MODI.....	40
Gambar 3.2	Langkah uji optimalitas dengan metode <i>stepping stone</i>	42
Gambar 3.3	Diagram langkah penyelesaian masalah transportasi.....	45





STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Matematika tentu saja bukanlah satu-satunya batu sendi dalam kesempatan untuk maju dan berhasil dalam dunia modern ini. Kenyataan yang terjadi pada saat ini adalah semakin banyak dipakainya matematika dalam berbagai bidang kehidupan. Tanpa menyisihkan pentingnya disiplin ilmu yang lain, matematika memberikan sumbangan langsung dan mendasar terhadap bisnis, ekonomi, kesehatan, pertahanan dan lain-lain. Kenyataan semakin banyak digunakannya matematika dalam berbagai bidang maka seseorang perlu “*melek matematika*” untuk mempunyai karir yang baik di masa depan.

Secara bahasa riset (*research*) atau penelitian berasal dari kata *Re* yang berarti mengulang lagi dan *search* yang berarti mencari (meneliti). Oleh karena itu, kata *research* dapat diartikan “mencari ulang” atau “pencarian ulang”. Sebagai istilah, *research* dapat didefinisikan sebagai proses (pengolahan) yang terdiri dari beberapa tahap untuk mencari jawaban bagi suatu persoalan. Operasi berasal dari kata *operation*, dimana operasi didefinisikan sebagai tindakan yang dilakukan manusia untuk mengatasi (memecahkan) suatu persoalan. Jadi, riset operasi adalah metode ilmiah (tindakan ilmiah) berbasis pencarian ulang terhadap penyelesaian optimal untuk suatu persoalan dimana persoalan itu disebut dengan masalah optimisasi. Tujuan dari riset operasi adalah untuk menyelesaikan

(mengoptimalkan/ mengoptimisasikan) masalah optimisasi. Masalah optimisasi adalah suatu masalah yang mengandung suatu permintaan dalam bentuk maksimal atau minimal.

Riset operasi dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu pemrograman linear dan pemrograman nonlinear. Sama halnya riset operasi, masalah optimisasi juga dibedakan menjadi dua yaitu masalah optimisasi linear dan masalah optimisasi nonlinear. Masalah optimisasi linear dapat diselesaikan dengan pemrograman linear, misalnya dengan metode grafik dan metode simpleks, sedangkan masalah optimisasi nonlinear dapat diselesaikan dengan pemrograman nonlinear.

Pemrograman linear adalah merupakan salah satu teknik riset operasi yang digunakan paling luas dan merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang jumlahnya terbatas untuk mencapai suatu tujuan tertentu¹. Pemrograman linear berkaitan dengan permasalahan suatu dunia nyata yang diubah dalam model matematika yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linear dan beberapa kendala linear.

Pemrograman linear banyak dipakai dalam masalah ekonomi, industri, militer, dan bidang sosial lainnya. Permasalahan yang sering dihadapi dalam berbagai bidang tersebut adalah alokasi optimal sumber daya yang terbatas. Sumber daya dapat berupa uang, tenaga kerja, bahan mentah, kapasitas mesin, waktu, dan sebagainya. Fungsi pemrograman linear adalah membuat model

¹ Sri Mulyono, *Riset Operasi*, hal: 13

matematis dan penyelesaian terbaik dari permasalahan keterbatasan sumber daya untuk mencapai tujuan tertentu.

Masalah transportasi merupakan salah satu permasalahan khusus dalam pemrograman linear. Pada umumnya, masalah transportasi berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju beberapa tujuan, dengan permintaan tertentu, pada biaya transportasi minimal². Sebagai contoh sebuah pabrik yang memiliki tiga buah gudang yaitu gudang A dengan kapasitas 50 ton, gudang B dengan kapasitas 40 ton, dan gudang C dengan kapasitas 70 ton. Pabrik tersebut akan mendistribusikan produk dari ketiga gudang menuju tiga daerah penawaran, yaitu daerah 1 dengan permintaan 30 ton, daerah 2 dengan permintaan 90 ton, dan daerah 3 dengan permintaan 40 ton. Biaya transportasi dari gudang A ke daerah 1, 2, 3 berturut-turut adalah 9 juta, 4 juta dan 7 juta. Biaya dari gudang B ke daerah 1, 2, 3 berturut-turut adalah 10 juta, 12 juta dan 3 juta. Dan biaya dari gudang C ke daerah 1, 2, 3 berturut-turut adalah 10 juta, 6 juta dan 8 juta. Tujuan yang akan dicapai dari contoh tersebut adalah meminimalkan biaya pendistribusian produk tersebut.

Tujuan dalam masalah transportasi bukan hanya meminimalkan biaya distribusi atau biaya transportasi, tetapi yang menjadi tujuan utama adalah mencapai penyelesaian yang optimal dari permasalahan transportasi itu. Penyelesaian optimal dalam hal ini adalah meminimalkan biaya transportasi sekaligus mendapatkan pendapatan yang maksimal dari pendistribusian

² *ibid*, hal: 103

produk itu. Penyelesaian masalah transportasi ini bermula dari bentuk umum (pembuatan model) ke penyelesaian layak dasar awal dan akhirnya menjadi optimal.

Ongkos angkut tiap unit dari pendistribusian produk sangat diperhitungkan dalam usaha untuk mencapai penyelesaian yang optimal, hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan pendapatan. Jumlah produk yang tersedia dari sumber dan jumlah produk yang diminta dari daerah tujuan harus diketahui dengan pasti. Persoalan transportasi yang mungkin dihadapi adalah jumlah produk yang tersedia sama jumlahnya dengan besarnya permintaan. Persoalan ini disebut dengan persoalan yang seimbang (*balance problem*). Persoalan yang seimbang sangat jarang terjadi, yang sering terjadi adalah persoalan yang tidak seimbang (*unbalance problem*). Persoalan yang tidak seimbang terjadi karena jumlah penawaran lebih besar dari jumlah permintaan atau karena jumlah penawaran lebih kecil dari jumlah permintaan.

Metode transportasi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu metode untuk menentukan penyelesaian layak dasar awal dan metode untuk melakukan uji optimalitas. Metode untuk menentukan penyelesaian layak dasar awal yaitu dengan Metode Sudut Barat Laut (*North West Corner Method*), Metode Biaya Minimal (*Least Cost Method*), dan Metode VAM (*Vogel's Approximation Method*), sedang uji optimalitas ditentukan dengan Metode Batu Loncatan (*Stepping Stone Method*) dan Metode MODI.

Permasalahan transportasi akan lebih mudah jika diselesaikan dengan metode yang tepat dan sesuai, baik dalam menentukan penyelesaian layak

dasar awal maupun dalam melakukan uji optimalitas. Dengan demikian, seseorang atau perusahaan tentu harus memilih metode mana yang dinilai lebih, bahkan paling efisien dalam menentukan masalah transportasi. Salah satu cara untuk memilih metode yang efisien yaitu dengan cara membandingkan (mengkomparatifkan) satu metode dengan metode lainnya, karena dengan cara komparatif kita akan lebih tahu secara langsung metode transportasi mana yang dinilai tepat dan efisien dalam setiap langkahnya.

Metode Biaya Minimal dan metode VAM memberikan penyelesaian layak dasar awal yang lebih baik dari pada metode Sudut Barat Laut dilihat dari tabel awal yang dihasilkan, yaitu memberikan tabel awal yang mendekati optimal dengan iterasi yang lebih sedikit. Hal ini disebabkan karena metode Biaya Minimal dan metode VAM memperlihatkan biaya transportasi per unit produk dalam pengisian tabel transportasi³.

Langkah berikutnya setelah menentukan penyelesaian layak dasar awal adalah melakukan uji optimalitas. Hal ini pun sangat penting dalam menentukan metode mana yang lebih efisien, karena sampai sekarang masih banyak orang atau perusahaan yang rugi akibat kurang tepat dalam pemilihan metode sehingga terjadi kesalahan-kesalahan langkah dalam penyelesaian masalah transportasi.

Melihat latar belakang di atas, maka peneliti bermaksud memilih judul **“PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE MODI DAN STEPPING STONE”**. Penelitian literer ini

³ Johannes Supranto M. A, *Linear Programming*, edisi ke-2, hal: 151

diharapkan dapat memberikan sumbangan khusus, baik sebagai bahan referensi dalam Pemrograman Linear, terutama persoalan transportasi maupun sebagai tinjauan pustaka bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

B. Batasan Masalah

Penelitian ini akan difokuskan pada bagaimana cara menentukan penyelesaian masalah transportasi yang meliputi masalah transportasi seimbang (*balance problem*), masalah transportasi tidak seimbang (*unbalance problem*), masalah transportasi yang mengalami degenerasi dan masalah transportasi dalam hal maksimisasi keuntungan serta membandingkan (mengkomparatifkan) antara metode MODI dan metode Stepping Stone dalam menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi. Penyelesaian optimal yang akan dicapai adalah meminimalkan total biaya transportasi atau memaksimalkan total keuntungan.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi dengan menggunakan metode MODI?
2. Bagaimanakah cara menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi dengan menggunakan metode Stepping Stone?

3. Apakah kelebihan metode MODI dan metode Stepping Stone dalam menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi?
4. Manakah metode transportasi yang lebih efisien antara metode MODI atau metode Stepping Stone dalam menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui cara menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi dengan menggunakan metode MODI.
2. Mengetahui cara menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi dengan menggunakan metode Stepping Stone.
3. Mengetahui kelebihan metode MODI dan metode Stepping Stone dalam menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi.
4. Mengetahui metode transportasi yang lebih efisien antara metode MODI atau metode Stepping Stone dalam menentukan penyelesaian optimal masalah transportasi.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa
 - a. Memberikan gambaran tentang penggunaan metode MODI untuk menentukan penyelesaian optimal dari permasalahan transportasi.

- b. Memberikan gambaran tentang penggunaan metode Stepping Stone untuk menentukan penyelesaian optimal dari permasalahan transportasi.
2. Bagi pihak yang berkepentingan
 - a. Memberikan gambaran umum, masukan dan pengetahuan dasar mengenai metode transportasi.
 - b. Memberikan sumbangan ilmu pengetahuan atau bahan pustaka tentang Pemrograman Linear, khususnya masalah transportasi.

F. Sistematika Penulisan

Karya ini terdiri dari lima bab yang saling berhubungan. Sistematika yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab I: Pendahuluan

Bab ini akan menjadi dasar pijakan bagi pembahasan pada beberapa bab selanjutnya. Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II: Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Bab ini membahas tentang tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka berisi tentang hasil-hasil dari penelitian kepustakaan yang berhubungan dengan penelitian ini. Sedangkan landasan teori berisi tentang Deskripsi Teoritik (Pemrograman Linear, Bentuk Umum

Pemrograman Linear, Masalah Transportasi, Model Transportasi, Bentuk Umum Tabel Transportasi, Metode Transportasi, Transportasi Tidak Seimbang (*Unbalance Problem*), Degenerasi dan Maksimisasi Keuntungan) dan Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif.

Bab III: Metodologi Penelitian

Bab ini meliputi bahan-bahan penelitian, alat-alat penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, rancangan metode MODI, dan rancangan metode Stepping Stone.

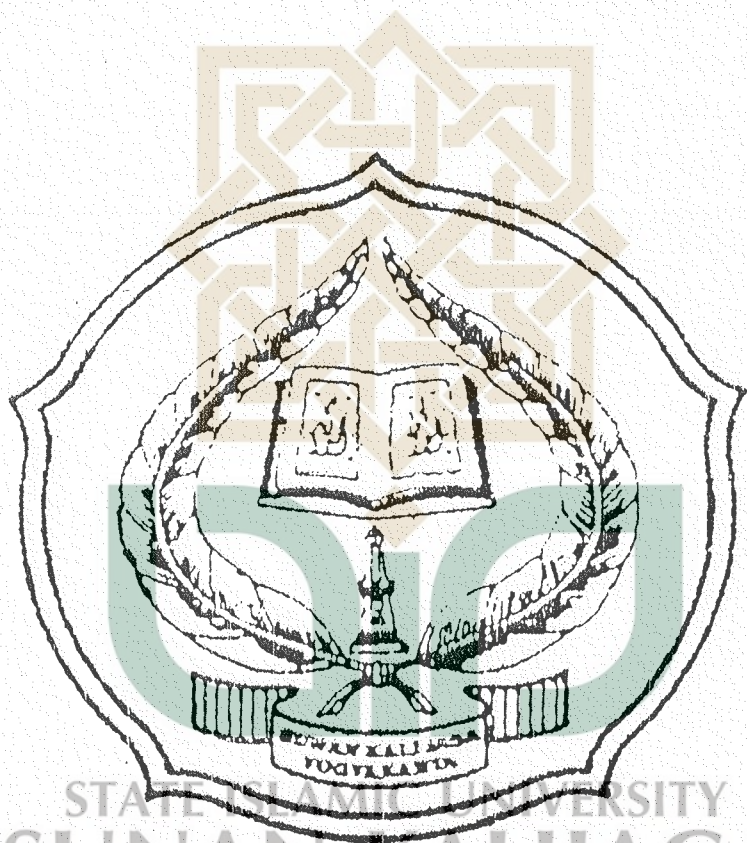
Bab IV: Penerapan dan Pembahasan

Bab ini merupakan pembahasan dari hasil penelitian. Penerapan berisi contoh-contoh soal dan penyelesaiannya, sedangkan pembahasan berisi tentang perbandingan metode transportasi.

Bab V: Penutup

Bab ini berisi dua bagian, yaitu kesimpulan dan saran-saran, yaitu komentar peneliti mengenai beberapa hal yang tidak dapat dikerjakan oleh peneliti sendiri dikarenakan keterbatasan waktu atau kekurangan buku. Hal itulah yang diharapkan menjadi bahan untuk judul penelitian baru yang dapat diangkat oleh peneliti lainnya.

Penelitian ini diharapkan semua asumsi dan keinginan peneliti dapat tercapai. Peneliti juga sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu kritik, masukan dan saran kepada peneliti sangat diharapkan.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Masalah transportasi dapat dirumuskan dalam bentuk pemrograman linear dengan mengikuti langkah-langkah dalam perumusan model pemrograman linear. Metode transportasi merupakan metode penyelesaian masalah transportasi yang lebih efisien dari pada metode simpleks. Penyelesaian masalah transportasi dengan menggunakan tabel-tabel transportasi jauh lebih sederhana dari pada tabel-tabel metode simpleks. Tujuan dari penyelesaian masalah transportasi adalah untuk mendapatkan penyelesaian optimal, yaitu mendapatkan total biaya transportasi minimal atau mendapatkan total keuntungan yang maksimal.

Menentukan penyelesaian layak dasar awal dan uji optimalitas merupakan langkah selanjutnya setelah perumusan model transportasi. Metode untuk menentukan penyelesaian layak dasar awal adalah metode sudut barat laut, metode biaya minimal dan metode VAM. Metode biaya minimal dan metode VAM dalam pengisian tabel transportasi memperhatikan biaya transportasi per unit produk, sehingga penyelesaian layak dasar awal yang diperoleh lebih baik dari pada penyelesaian layak dasar awal dengan metode sudut barat laut. Metode sudut barat laut hanya mementingkan kemudahan dalam pengisian tabel transportasi tanpa memperhatikan biaya transportasi per unit produk.

Modifikasi model transportasi digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi tidak seimbang dan masalah transportasi yang mengalami degenerasi.

Modifikasi model transportasi untuk masalah transportasi yang tidak seimbang adalah dengan menambahkan satu baris semu atau satu kolom semu yang mempunyai biaya transportasi per unit sama dengan nol dalam tabel transportasi. Penambahan baris atau kolom semu tidak mempengaruhi metode untuk menentukan penyelesaian layak dasar awal maupun uji optimalitas.

Masalah transportasi yang mengalami degenerasi diselesaikan dengan menambahkan sel basis semu yang bernilai nol. Uji optimalitas dengan metode MODI maupun metode *stepping stone* tidak dapat dilakukan apabila tabel transportasi mengalami degenerasi. Degenerasi mengakibatkan terputusnya jalur tertutup antara sel-sel basis sehingga sel yang akan masuk basis dan sel yang akan keluar basis tidak dapat ditentukan. Selain itu, nilai R_i dan K_j dalam metode MODI juga tidak dapat ditentukan. Penambahan sel basis semu dimaksudkan agar jalur tertutup tidak terputus dan nilai R_i dan K_j dapat ditentukan, sehingga uji optimalitas dapat dilakukan.

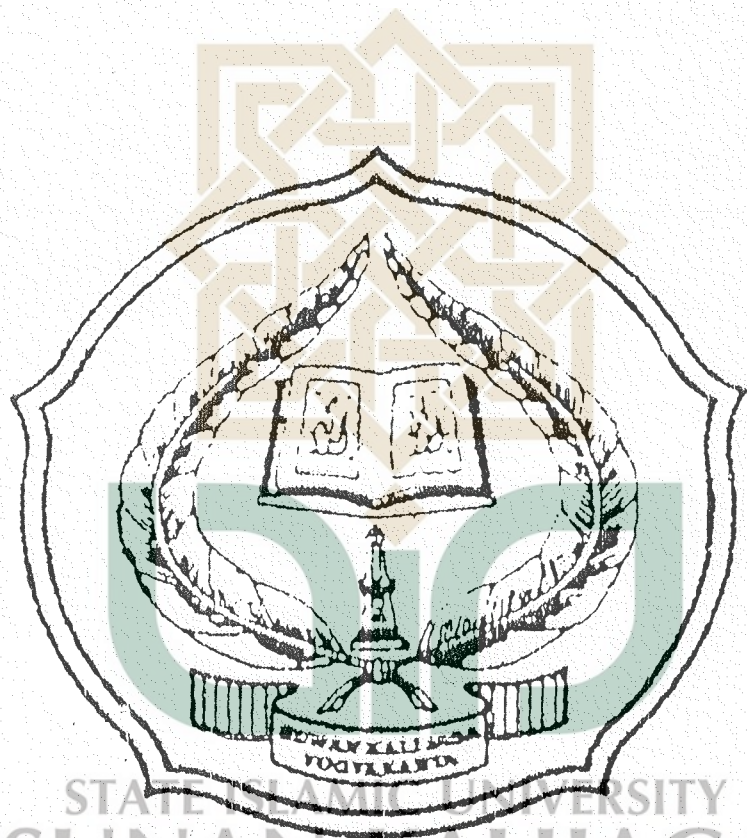
Memaksimalkan keuntungan merupakan salah satu tujuan dari penyelesaian transportasi. Langkah yang dilakukan adalah mengubah parameter C_{ij} dari biaya transportasi per unit produk menjadi keuntungan per unit produk. Selanjutnya adalah mengubah parameter keuntungan per unit produk menjadi parameter biaya harapan. Penyelesaian optimal yang diperoleh adalah total keuntungan maksimal. Pada transportasi masalah maksimisasi keuntungan, total biaya transportasi belum tentu minimal, tetapi total keuntungan maksimal karena yang menjadi biaya harapan adalah keuntungan per unit produk.

Metode yang digunakan untuk melakukan uji optimalitas adalah metode MODI dan metode *stepping stone*. Pada metode *stepping stone*, tabel yang dibutuhkan dalam uji optimalitas lebih sedikit dari pada metode MODI. Hal ini disebabkan karena tabel penyelesaian layak dasar awal dapat dianggap sebagai tabel pertama dalam uji optimalitas dengan metode *stepping stone*. Berbeda dengan metode MODI yang harus membuat tabel baru dengan menambahkan kolom R_i dan baris K_j . Namun demikian, metode MODI dinilai mempunyai kelebihan dibandingkan metode *stepping stone*. Nilai sel bukan basis dalam metode MODI ditentukan dengan rumus $C'_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$ sehingga indeks perbaikan dari setiap sel bukan basis ditentukan lebih cepat. Metode MODI hanya menggunakan satu jalur tertutup, yaitu pada saat menentukan sel yang akan keluar basis. Metode *stepping stone* menggunakan semua jalur tertutup untuk menentukan nilai setiap sel bukan basis dan untuk menentukan sel yang akan keluar atau masuk basis dalam tabel transportasi. Kecuali itu, metode *stepping stone* mempunyai resiko kesalahan lebih tinggi dari pada metode MODI terutama dalam menentukan jalur tertutup, nilai setiap sel bukan basis dan memberikan tanda positif-negatif dalam jalur tertutup, sehingga metode *stepping stone* bekerja lebih lamban serta membutuhkan ketelitian yang tinggi. Maka dari itulah, metode MODI dinilai lebih efisien dari pada metode *stepping stone* karena metode MODI menyediakan cara untuk menghitung indeks perbaikan lebih cepat untuk setiap sel bukan basis tanpa membutuhkan semua jalur tertutup. Dengan demikian, kerja metode MODI lebih sedikit dalam langkahnya dan lebih cepat tanpa membuang waktu, tenaga, maupun pikiran yang disebabkan ketelitian yang ekstra.

B. Saran-saran

Berkaitan dengan penyelesaian masalah transportasi dengan menggunakan metode MODI dan metode *stepping stone*, ada beberapa saran yang ingin penulis kemukakan antara lain:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut baik dari segi materi maupun aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.
2. Perlu dilakukan perbandingan dengan metode transportasi lain agar mendapatkan metode yang lebih efektif dan efisien dari pada metode MODI dan *stepping stone* dalam menyelesaikan masalah transportasi.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan cara komputerisasi, yaitu menyelesaikan masalah transportasi dengan menggunakan program aplikasi komputer.
4. Penelitian ini juga dapat dibandingkan dengan penyelesaian masalah transportasi yang menggunakan program aplikasi komputer.
5. Kepada pembaca hendaknya untuk dapat melakukan penelitian serupa, baik penelitian pustaka maupun penelitian lapangan sehingga akan menghasilkan referensi-referensi baru, khususnya masalah transportasi dan Pemrograman Linear pada umumnya.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Amirin, T. M, *Menyusun Rencana Penelitian*, Jakarta: Rajawali Press, 1990.
- Badudu dan Sutan Mohammad Zain, *Kamus Umum Bahasa Indonesia*, Jakarta: Pustaka Sinar Harapan, 1994.
- Barry Render and Stair Jr, R. M, *Quantitative Analysis For Management*, edisi ke-7, New Jersey: Prentice – Hall Inc, 2000.
- Bernard W. Taylor III, *Sains Managemen*, jilid 1, edisi ke-2, (Terj. Chaerul D. Djakman, Vita Silvira), Jakarta: Salemba Empat, 2001.
- Dowling, Edward T, *Matematika Untuk Ekonomi*, (alih bahasa: Bambang Sugiarto), Jakarta: Erlangga, tt.
- Dumairy, *Matematika Terapan Untuk Bisnis dan Ekonomi*, edisi ke-2, Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 1999.
- Frederick S. H. and Liberman G. J, *Pengantar Riset Operasi*, jilid 1, edisi ke-5 (Terj. Ellen Gunawan S, Ardi Wirda Mulia), Jakarta: Erlangga, 1994.
- _____, *Introduction to Operations Research, fifth edition*, Singapore: McGraw – Hill.
- Hamdy A. Taha, *Riset Operasi*, jilid 1, edisi ke-5 (Terj. Daniel Wirajaya), Jakarta: Binarupa Aksara, 1996.
- _____, *Operations Research: An Introduction, third edition*, London: Collier Macmillan Publishers, 1982.
- Johanes Supranto M. A., *Linear Programming*, edisi ke-2, Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Kreyzig, Erwin, *Matematika Teknik Lanjutan*, edisi ke-6, buku 2 (alih bahasa: Bambang Sumantri), Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1993.
- Margha, M, *Matrik dan Perencanaan Linear 1*, Bandung: Armico, 1981.
- Maulana, Achmad, dkk, *Kamus Ilmiah Populer: Lengkap dengan EYD dan pembentukan istilah serta akronim Bahasa Indonesia*, Yogyakarta: Absolut, 2003.

- Nababan, M, *Pengantar Matematika Untuk Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, Jakarta: Erlangga, 2005.
- Nana Syaodih Sukmadinata, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2005.
- Nasendi dan Affendi Anwar, *Pemrograman Linear dan Variasinya*, Jakarta: PT. Gramedia, 1985.
- Paul Loomba, *Linear Programming: An Introductory Analysis*, New Delhi: McGraw – Hill, 1979.
- Peter Salim dan Yenny Salim, *Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer*, edisi pertama, Jakarta: Modern English Press, 1991.
- Ricard Bronson, *Teori dan Soal-Soal Operations Research*, (Terj. Hans J. Wospokrik), Jakarta: Erlangga, 1996.
- Ricard I. Levin, Rubin D. S. , Stinson J. P. , dan Gardner Jr. E. S., *Pengambilan Keputusan Secara Kuantitatif*, edisi ke-7 (Terj. Nartanto), Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2000.
- Sri Komalasari, *Masalah Penugasan Guru: Kasus Khusus Masalah Transportasi dengan Beban Tetap*, Jakarta: Departemen Matematika FMIPA IPB, 2004.
- Sri Mulyono, *Riset Operasi*, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1991.
- Surakhmad, W., *Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar Metode Teknik*, Bandung: Tarsito, 1994.
- Suryadi, D dan S. Harini Machmudi, *Teori dan Soal Pendahuluan Aljabar linear*, Jakarta: Ghalia Indonesia, 1985.
- Susanta, B dan Bambang Soedijono, *Materi Pokok Model Matematik*, Jakarta: Universitas Terbuka, Karunika, 1993.
- Susanta, B, *Pemrograman Linear*, Yogyakarta: Jurusan Matematika FMIPA UGM, 1987.
- _____, *Pemrograman Linear*, Yogyakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Proyek Pendidikan Tenaga Guru, 1994.
- Talib Hashim Hasan, *Peran Ilmuwan Muslim Dalam Pengembangan Ilmu Hitung Periode Dinasti Abbasiyah*, Tesis, Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2004.

Titin Istiqomah, *Laporan Riset Operasi*, Yogyakarta, 2006.

Wasito, H., *Pengantar Metodologi Penelitian: Buku Panduan Mahasiswa*, Jakarta: PT. Gramedia, 1993.

Weber, Jean E, *Analisis Matematik: Penerapan Bisnis dan Ekonomi*, edisi keempat, jilid 1 (alih bahasa: Stephen Kakisina), Jakarta: Erlangga, tt.

Zulian Yamit, *Linear Programming*, Yogyakarta: UII, 1991.

_____, *Management Kuantitatif Untuk Bisnis (Operations Research)*, edisi ke-1, Yogyakarta: BPFE, 1994.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA