

SKRIPSI

**PENDEKATAN EFISIEN UNTUK SOLUSI OPTIMAL
MASALAH TRANSPORTASI TIDAK SEIMBANG
MENGUNAKAN SOLUSI AWAL MCM DAN AATM SERTA
UJI OPTIMASI DENGAN LPDM**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
VIZENA FATMAWATI
21106010028
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025

**PENDEKATAN EFISIEN UNTUK SOLUSI OPTIMAL
MASALAH TRANSPORTASI TIDAK SEIMBANG
MENGUNAKAN SOLUSI AWAL MCM DAN AATM SERTA
UJI OPTIMASI DENGAN LPDM**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



diajukan oleh

VIZENA FATMAWATI

21106010028

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Vizena Fatmawati

NIM : 21106010028

Judul Skripsi : Pendekatan Efisien untuk Solusi Optimal Masalah Transportasi
Tidak Seimbang Menggunakan Solusi Awal MCM dan AATM serta Uji
Optimasi dengan LPDM

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Mei 2025

Pembimbing

Dr. Muhammad Valid Musthofa, S.Si, M.Si.

NIP. 198004022005011003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1035/Un.02/DST/PP.00.9/06/2025

Tugas Akhir dengan judul : Pendekatan Efisien Untuk Solusi Optimal Masalah Transportasi Tidak Seimbang Menggunakan Solusi Awal MCM dan AATM serta Uji Optimasi dengan LPDM

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : VIZENA FATMAWATI
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010028
Telah diujikan pada : Selasa, 03 Juni 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6846349d2ad08



Penguji I

Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6847a56a1a6ab



Penguji II

Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc.

SIGNED

Valid ID: 6847e6b037e7f



Yogyakarta, 03 Juni 2025

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 684a3bbf125f8

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vizena Fatmawati

NIM : 21106010028

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 23 Mei 2025



Vizena Fatmawati

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan setulus hati, karya sederhana ini penulis persembahkan untuk

Bapak dan Ibu,

Tercinta.

HALAMAN MOTTO



*Jika bukan karena Allah yang mampukan,
aku mungkin sudah lama menyerah.*

QS. Al-Insyirah 5-6

PRAKATA

Allhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pendekatan Efisien untuk Solusi Optimal Masalah Transportasi Tidak Seimbang Menggunakan Solusi Awal MCM dan AATM serta Uji Optimasi dengan LPDM”. Penulisan skripsi ini diselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika di Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak hambatan dan kekurangan. Namun berkat adanya motivasi, bantuan, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak, *alhamdulillah* skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan selama menjalani masa kuliah.
3. Dr. Muhammad Wakhid Mustofa, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu bermanfaat dan memberikan pelayanan administrasi akademik.
5. Keluarga Tercinta (Bapak Katmono, Ibu Siti Purwanti, dan kedua kakaku, Kak Ulfa Amalya & Kak Bagus Saloko) yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat, dan materi.

6. Kujan Family (Martiana, Ajeng, Refina, Qika, dan Risma) yang telah kebersamai selama 4 tahun dalam menempuh suka duka sewaktu kuliah.
7. Zulfa Fadhilah, Sandra Febrian, dan Naima Sari yang telah membantu penulis dalam segala hal.
8. Teman-temanku Matematika Terapan 2021, Martiana, Nurul, Ratna, Awliya, Layla, Fadhila, Mayzihani, Putri, Dewi, Ake, Fadia, Akbar, Hamas, dan Wida Yaska.
9. Dimaz Arya Dewangga yang tak pernah lelah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman-temanku KKN Kolaborasi 150 angkatan 114, Salsabila, David, Hadyi, Teguh, Selvia, Rara, Awa, Hasna, dan Fira.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua yang membacanya. Penulis juga berharap kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, 20 Mei 2025

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMBANG	xix
INTISARI	xx
ABSTRACT	xxi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Tinjauan Pustaka.....	7
1.7 Metode Penelitian	11
1.8 Sistematika Penulisan	14
II LANDASAN TEORI.....	16
2.1 Riset Operasi.....	16
2.1.1 Perkembangan Riset Operasi.....	16
2.1.2 Definisi Riset Operasi.....	18
2.1.3 Manfaat Riset Operasi	19
2.1.4 Tujuan Riset Operasi	19

2.1.5 Penerapan Riset Operasi dalam Kehidupan Sehari-hari.....	20
2.1.6 Tahapan Riset Operasi	21
2.1.7 Model dalam Riset Operasi	22
2.1.8 Teknik dalam Riset Operasi.....	23
2.2 Masalah Transportasi	24
2.2.1 Definisi Masalah Transportasi	24
2.2.2 Model Masalah Transportasi	26
2.2.3 Algoritma dan Flowchart Solusi Masalah Transportasi.....	28
2.3 Jenis Masalah Transportasi	29
2.3.1 Masalah Transportasi Seimbang (BTP).....	29
2.3.2 Masalah Transportasi Tidak Seimbang (UTP).....	30
2.4 Solusi Awal	30
2.5 Solusi Optimal	34
III MIDDLE CELL METHOD (MCM), APPROACH TO THE ALLOCATION	
TABLE METHOD (AATM), DAN LOOP PRODUCT DIFFERENCE	
METHOD (LPDM).....	37
3.1 <i>Middle Cell Method</i> (MCM).....	37
3.1.1 Algoritma MCM	39
3.2 <i>Approach to the Allocation Table Method</i> (AATM)	42
3.2.1 Algoritma AATM.....	43
3.3 <i>Loop Product Difference Method</i> (LPDM).....	48
3.3.1 Algoritma LPDM	48
3.4 Contoh Numerik	52
3.4.1 Contoh Numerik UTP.....	52
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	87
4.1. Toko Laris Buah Pekanbaru.....	87
4.2 Pengumpulan Data.....	88
4.3 Model Matematika Distribusi Buah Lemon Organik oleh Toko Laris	
Buah Pekanbaru	90
4.3.1 Solusi Menggunakan MCM.....	94
4.3.2 Solusi menggunakan AATM.....	100

4.3.3 Uji Optimasi dengan LPDM.....	107
4.4 Perbandingan Hasil.....	196
V PENUTUP	198
5.1 Kesimpulan.....	198
5.2 Saran	199
DAFTAR PUSTAKA.....	201
LAMPIRAN.....	203
A. Data Distribusi Buah Lemon Organik	203
Curriculum Vitae	204

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2.1 Model Masalah Transportasi	27
Tabel 3.1 Contoh Numerik UTP	52
Tabel 3.2 Contoh Numerik BTP	53
Tabel 3.3 Iterasi 1 Contoh Numerik MCM	54
Tabel 3.4 Iterasi 2 Contoh Numerik MCM	55
Tabel 3.5 Iterasi 3 Contoh Numerik MCM	56
Tabel 3.6 Iterasi 4 Contoh Numerik MCM	56
Tabel 3.7 Iterasi 5 Contoh Numerik MCM	57
Tabel 3.8 Iterasi 6 Contoh Numerik MCM	57
Tabel 3.9 Iterasi 7 Contoh Numerik MCM	58
Tabel 3.10 Iterasi 1 Contoh Numerik MCM-LPDM	59
Tabel 3.11 Iterasi 2 Contoh Numerik MCM-LPDM	60
Tabel 3.12 Iterasi 3 Contoh Numerik MCM-LPDM	60
Tabel 3.13 Iterasi 4 Contoh Numerik MCM-LPDM	61
Tabel 3. 14 Iterasi 5 Contoh Numerik MCM-LPDM	62
Tabel 3.15 Iterasi 6 Contoh Numerik MCM-LPDM	62
Tabel 3.16 Iterasi 7 Contoh Numerik MCM-LPDM	63
Tabel 3.17 Iterasi 8 Contoh Numerik MCM-LPDM	64
Tabel 3.18 Iterasi 9 Contoh Numerik MCM-LPDM	64
Tabel 3.19 Iterasi 10 Contoh Numerik MCM-LPDM	65
Tabel 3.20 Iterasi 11 Contoh Numerik MCM-LPDM	66
Tabel 3.21 Iterasi 12 Contoh Numerik MCM-LPDM	67
Tabel 3.22 Iterasi 13 Contoh Numerik MCM-LPDM	67
Tabel 3.24 Iterasi 15 Contoh Numerik MCM-LPDM	69
Tabel 3.25 Iterasi 16 Contoh Numerik MCM-LPDM	69
Tabel 3.26 Iterasi 17 Contoh Numerik MCM-LPDM	70
Tabel 3.27 Iterasi 18 Contoh Numerik MCM-LPDM	71
Tabel 3.28 Iterasi 19 Contoh Numerik MCM-LPDM	71
Tabel 3.29 Iterasi 1 Contoh Numerik AATM	72
Tabel 3.30 Iterasi 2 Contoh Numerik AATM	73

Tabel 3.31 Iterasi 3 Contoh Numerik AATM.....	74
Tabel 3.32 Iterasi 4 Contoh Numerik AATM.....	74
Tabel 3.33 Iterasi 5 Contoh Numerik AATM.....	75
Tabel 3.34 Iterasi 6 Contoh Numerik AATM.....	75
Tabel 3.35 Iterasi 7 Contoh Numerik AATM.....	76
Tabel 3.36 Iterasi 8 Contoh Numerik AATM.....	76
Tabel 3.37 Iterasi 9 Contoh Numerik AATM.....	77
Tabel 3.38 Iterasi 1 Contoh Numerik AATM-LPDM	78
Tabel 3.39 Iterasi 2 Contoh Numerik AATM-LPDM	79
Tabel 3.40 Iterasi 3 Contoh Numerik AATM-LPDM	79
Tabel 3.41 Iterasi 4 Contoh Numerik AATM-LPDM	80
Tabel 3.42 Iterasi 5 Contoh Numerik AATM-LPDM	81
Tabel 3.43 Iterasi 6 Contoh Numerik AATM-LPDM	81
Tabel 3.44 Iterasi 7 Contoh Numerik AATM-LPDM	82
Tabel 3.45 Iterasi 8 Contoh Numerik AATM-LPDM	83
Tabel 3.46 Iterasi 9 Contoh Numerik AATM-LPDM	83
Tabel 3.47 Perbandingan Hasil Penyelesaian Contoh Numerik.....	86
Tabel 4.1 Data Jumlah Persediaan Buah Lemon Organik.....	89
Tabel 4.2 Data Jumlah Permintaan Buah Lemon Organik.....	89
Tabel 4.3 Data Biaya Pengiriman Buah Lemon Organik.....	90
Tabel 4.4 Model UTP Toko Laris Buah Pekanbaru	93
Tabel 4.5 Model BTP Toko Laris Buah Pekanbaru.....	94
Tabel 4.6 Iterasi 1 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	95
Tabel 4.7 Iterasi 2 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	95
Tabel 4.8 Iterasi 3 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	96
Tabel 4.9 Iterasi 4 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	97
Tabel 4.10 Iterasi 5 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	97
Tabel 4.11 Iterasi 6 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	98
Tabel 4.12 Iterasi 7 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	98
Tabel 4.13 Iterasi 8 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	99
Tabel 4.14 Iterasi 9 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan MCM	99
Tabel 4.15 Iterasi 1 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM.....	101
Tabel 4.16 Iterasi 2 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM.....	101
Tabel 4.17 Iterasi 3 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM.....	102

Tabel 4.18 Iterasi 4 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	103
Tabel 4.19 Iterasi 5 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	103
Tabel 4.20 Iterasi 6 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	104
Tabel 4.21 Iterasi 7 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	104
Tabel 4.22 Iterasi 8 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	105
Tabel 4.23 Iterasi 9 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	105
Tabel 4.24 Iterasi 10 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	105
Tabel 4.25 Iterasi 11 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik menggunakan AATM	106
Tabel 4.26 Iterasi 1 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	107
Tabel 4.27 Iterasi 2 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	108
Tabel 4.28 Iterasi 3 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	109
Tabel 4.29 Iterasi 4 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	109
Tabel 4.30 Iterasi 5 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	110
Tabel 4.31 Iterasi 6 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	111
Tabel 4.32 Iterasi 7 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	111
Tabel 4.33 Iterasi 8 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	112
Tabel 4.34 Iterasi 9 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	113
Tabel 4.35 Iterasi 10 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	113
Tabel 4.36 Iterasi 11 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	114
Tabel 4.37 Iterasi 12 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	115
Tabel 4.38 Iterasi 13 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	115
Tabel 4.39 Iterasi 14 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	116
Tabel 4.40 Iterasi 15 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	117
Tabel 4.41 Iterasi 16 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	118
Tabel 4.42 Iterasi 17 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	119
Tabel 4.43 Iterasi 18 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	119
Tabel 4.44 Iterasi 19 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	120
Tabel 4.45 Iterasi 20 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	121
Tabel 4.46 Iterasi 21 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	121
Tabel 4.47 Iterasi 22 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	122
Tabel 4.48 Iterasi 23 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	123
Tabel 4.49 Iterasi 24 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	123
Tabel 4.50 Iterasi 25 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	124
Tabel 4.51 Iterasi 26 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM	125

Tabel 4.52 Iterasi 27 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	125
Tabel 4.53 Iterasi 28 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	126
Tabel 4.54 Iterasi 29 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	127
Tabel 4.55 Iterasi 30 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	127
Tabel 4.56 Iterasi 31 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	128
Tabel 4.57 Iterasi 32 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	129
Tabel 4.58 Iterasi 33 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	130
Tabel 4.59 Iterasi 34 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	131
Tabel 4.60 Iterasi 35 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	131
Tabel 4.61 Iterasi 36 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	132
Tabel 4.62 Iterasi 37 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	133
Tabel 4.63 Iterasi 38 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	133
Tabel 4.64 Iterasi 39 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	134
Tabel 4.65 Iterasi 40 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	135
Tabel 4.66 Iterasi 41 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	135
Tabel 4.67 Iterasi 42 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	136
Tabel 4.68 Iterasi 43 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	137
Tabel 4.69 Iterasi 44 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	137
Tabel 4.70 Iterasi 45 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	138
Tabel 4.71 Iterasi 46 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	139
Tabel 4.72 Iterasi 47 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	139
Tabel 4.73 Iterasi 49 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	140
Tabel 4.74 Iterasi 50 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	141
Tabel 4.75 Iterasi 51 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	142
Tabel 4.76 Iterasi 52 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	142
Tabel 4.77 Iterasi 53 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	143
Tabel 4.78 Iterasi 54 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	144
Tabel 4.79 Iterasi 55 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	144
Tabel 4.80 Iterasi 56 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	145
Tabel 4.81 Iterasi 57 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	146
Tabel 4.82 Iterasi 58 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	146
Tabel 4.83 Iterasi 59 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	147
Tabel 4.84 Iterasi 60 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	148
Tabel 4.85 Iterasi 61 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	148

Tabel 4.86 Iterasi 62 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	149
Tabel 4.87 Iterasi 63 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	150
Tabel 4.88 Iterasi 64 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	150
Tabel 4.89 Iterasi 65 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	151
Tabel 4.90 Iterasi 66 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	152
Tabel 4.91 Iterasi 67 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	153
Tabel 4.92 Iterasi 68 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	153
Tabel 4.93 Iterasi 69 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	154
Tabel 4.94 Iterasi 70 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	155
Tabel 4.95 Iterasi 71 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	155
Tabel 4.96 Iterasi 72 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	156
Tabel 4.97 Iterasi 73 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	157
Tabel 4.98 Iterasi 74 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	157
Tabel 4.99 Iterasi 75 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM.....	158
Tabel 4.100 Iterasi 76 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	159
Tabel 4.101 Iterasi 77 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	159
Tabel 4.102 Iterasi 78 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	160
Tabel 4.103 Iterasi 79 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	161
Tabel 4.104 Iterasi 80 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	161
Tabel 4.105 Iterasi 81 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	162
Tabel 4.106 Iterasi 82 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	163
Tabel 4.107 Iterasi 83 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	164
Tabel 4.108 Iterasi 84 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	164
Tabel 4.109 Iterasi 85 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	165
Tabel 4.110 Iterasi 86 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	166
Tabel 4.111 Iterasi 87 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	166
Tabel 4.112 Iterasi 88 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	167
Tabel 4.113 Iterasi 89 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	168
Tabel 4.114 Iterasi 90 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	168
Tabel 4.115 Iterasi 91 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	169
Tabel 4.116 Iterasi 92 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	170
Tabel 4.117 Iterasi 93 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	170
Tabel 4.118 Iterasi 94 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	171
Tabel 4.119 Iterasi 95 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	172

Tabel 4.120 Iterasi 96 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan MCM-LPDM...	172
Tabel 4.121 Iterasi 1 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	174
Tabel 4.122 Iterasi 2 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	175
Tabel 4.123 Iterasi 3 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	176
Tabel 4.124 Iterasi 4 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	176
Tabel 4.125 Iterasi 5 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	177
Tabel 4.126 Iterasi 6 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	178
Tabel 4.127 Iterasi 7 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	178
Tabel 4.128 Iterasi 8 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	179
Tabel 4.129 Iterasi 9 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM ...	180
Tabel 4.130 Iterasi 10 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	180
Tabel 4.131 Iterasi 11 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM..	181
Tabel 4.132 Iterasi 12 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	182
Tabel 4.133 Iterasi 13 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	182
Tabel 4.134 Iterasi 14 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	183
Tabel 4.135 Iterasi 15 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	184
Tabel 4.136 Iterasi 16 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	185
Tabel 4.137 Iterasi 17 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	186
Tabel 4.138 Iterasi 18 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	186
Tabel 4.139 Iterasi 19 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	187
Tabel 4.140 Iterasi 20 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	188
Tabel 4.141 Iterasi 21 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	188
Tabel 4.142 Iterasi 22 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	189
Tabel 4.143 Iterasi 23 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	190
Tabel 4.144 Iterasi 24 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	190
Tabel 4.145 Iterasi 25 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	191
Tabel 4.146 Iterasi 26 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	192
Tabel 4.147 Iterasi 27 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	192
Tabel 4.148 Iterasi 28 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	193
Tabel 4.149 Iterasi 29 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	194
Tabel 4.150 Iterasi 30 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	194
Tabel 4.151 Iterasi 31 Solusi Distribusi Buah Lemon Organik dengan AATM-LPDM .	195
Tabel 4.152 Perbandingan Hasil	197
Tabel 4.153 Perbedaan MCM, AATM, dan LPDM	197

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Penelitian	13
Gambar 2.1 Representasi Jaringan dari Masalah Transportasi	26
Gambar 2.2 Flowchart Solusi Masalah Transportasi	29
Gambar 3.1 Flowchart MCM.....	42
Gambar 3.2 Flowchart AATM.....	47
Gambar 3.3 Flowchart LPDM	51



DAFTAR LAMBANG

i	: $1, 2, 3, \dots, m$
j	: $1, 2, 3, \dots, n$
m	: jumlah daerah sumber
n	: jumlah tempat tujuan
C_{ij}	: biaya transportasi dari sumber i ke tujuan j
a_i	: jumlah persediaan (kapasitas penyimpanan) maksimum sumber i
b_j	: jumlah permintaan maksimum tujuan j
x_{ij}	: jumlah yang harus diangkut dari sumber i ke tujuan j
Z	: total biaya transportasi BTP
Z^*	: total biaya transportasi UTP
k	: <i>dummy</i> atau biaya tiruan
$\sum_{i=1}^m a_i$	: penjumlahan $a_1 + a_2 + \dots + a_m$
$\sum_{j=1}^n b_j$	: penjumlahan $b_1 + b_2 + \dots + b_n$
$\sum_{i=1}^m x_{ij}$	: penjumlahan $x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{mj}$
$\sum_{j=1}^n x_{ij}$	: penjumlahan $x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in}$

INTISARI

**PENDEKATAN EFISIEN UNTUK SOLUSI OPTIMAL MASALAH
TRANSPORTASI TIDAK SEIMBANG MENGGUNAKAN SOLUSI AWAL
MCM DAN AATM SERTA UJI OPTIMASI DENGAN LPDM
(Studi Kasus : Pendistribusian Buah Lemon Organik oleh Toko Laris Buah
Pekanbaru)**

Oleh

Vizena Fatmawati

21106010028

Dalam riset operasi, masalah transportasi merupakan salah satu aplikasi awal yang signifikan dalam pemrograman linier. Ketidakseimbangan antara persediaan dan permintaan dalam masalah ini mencerminkan kondisi nyata dalam rantai pasokan dan logistik, dimana ketersediaan barang tidak selalu sebanding dengan kebutuhan di berbagai lokasi. Untuk menyelesaikan masalah transportasi tidak seimbang (*Unbalanced Transportation Problem/UTP*), penting untuk mengubahnya menjadi masalah transportasi seimbang (*Balanced Transportation Problem/BTP*) guna memperoleh solusi awal dan memungkinkan untuk dilakukan uji optimasi. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan pendekatan efisien dalam mengonversi UTP menjadi BTP, sehingga dapat diperoleh total biaya transportasi yang optimal. Studi ini menggunakan model UTP dalam kasus distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru, dengan memodifikasi biaya tiruan atau *dummy* tidak nol. Metode yang digunakan untuk memperoleh solusi awal yaitu *Middle Cell Method* (MCM) dan *Approach to the Allocation Table Method* (AATM), yang menghasilkan total biaya masing-masing sebesar Rp. 15.755.000,00 dan Rp. 15.705.000,00. Selanjutnya, dilakukan uji optimasi menggunakan *Loop Product Difference Method* (LPDM). Berdasarkan hasil uji optimasi tersebut, diperoleh bahwa kedua metode menghasilkan biaya transportasi minimum yang sama, yaitu sebesar Rp. 4.705.000,00 setiap minggu.

Kata Kunci : Riset Operasi, Masalah Transportasi, MCM, AATM, LPDM.

ABSTRACT

AN EFFICIENT APPROACH TO OPTIMAL SOLUTION OF UNBALANCED TRANSPORTATION PROBLEMS USING INITIAL SOLUTIONS MCM AND AATM WITH OPTIMIZATION TEST THROUGH LPDM

(Case Study: Distribution of Organic Lemons by Toko Laris Buah
Pekanbaru)

By

Vizena Fatmawati

21106010028

In operations research, the transportation problem is one of the earliest and most significant applications of linear programming. The imbalance between supply and demand in this problem reflects real-world conditions in supply chains and logistics, where the availability of goods does not always match demand across various locations. To solve an Unbalanced Transportation Problem (UTP), it is essential to convert it into a Balanced Transportation Problem (BTP) to obtain an initial feasible solution and enable further optimization. This study aims to introduce an efficient approach to transform UTP into BTP, thereby achieving an optimal total transportation cost. The research applies the UTP model to the case of organic lemon distribution by *Toko Laris Buah Pekanbaru*, using modified *non-zero* dummy costs. The methods used to obtain the initial solution are the Middle Cell Method (MCM) and the Approach to the Allocation Table Method (AATM), which yielded total costs of Rp.15,755,000.00 and Rp.15,705,000.00, respectively. Subsequently, an optimization test was conducted using the Loop Product Difference Method (LPDM). Based on the results of this optimization, both initial solution methods converged to the same minimum transportation cost, which was Rp.4,705,000.00 per week.

Keywords: Operations Research, Transportation Problem, MCM, AATM, LPDM.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Riset Operasi adalah suatu penerapan metode ilmiah untuk mempelajari masalah-masalah umum yang dihadapi oleh para eksekutif. Dalam suatu perusahaan, membedakan riset operasi dengan kegiatan ilmiah lainnya sangat penting untuk menunjukkan bahwa masalah eksekutif umum yang dimaksud adalah masalah yang berhubungan dengan kebijakan perusahaan secara keseluruhan, bukan secara khusus dengan kegiatan satu departemen (Ackoff, 1955). Misalkan departemen produksi, departemen tersebut menggunakan metode penelitian ilmiah dalam mengembangkan metode produksi, contohnya dalam pemilihan bahan baku. Staf eksekutif memerlukan koordinasi terkait informasi dari semua bagian perusahaan untuk merumuskan kebijakan yang diharapkan dapat memberikan dampak signifikan terhadap keseluruhan operasi perusahaan. Dengan demikian hal ini menunjukkan adanya keterkaitan antara riset operasi dan distribusi.

Distribusi adalah proses penyaluran barang atau jasa dari pihak produsen ke pihak konsumen. Fungsi utama distribusi yaitu menghubungkan antara kedua belah pihak (produsen dan konsumen), memastikan ketersediaan barang, dan meminimalkan biaya distribusi. Dalam distribusi, transportasi menjadi salah satu aspek penting karena berperan dalam proses pemindahan produk dari satu lokasi ke lokasi lainnya, baik melalui jalur darat, laut, maupun udara. Transportasi barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan merupakan jenis khusus dari masalah program linier, dimana persediaan dan permintaan dipertimbangkan pada setiap lokasi. Untuk memastikan bahwa setiap kebutuhan tujuan terpenuhi dan setiap sumber berjalan dengan potensi penuh, maka transportasi berusaha untuk mengurangi total biaya pengiriman barang dari sumber ke tujuan. Efisiensi

transportasi sangat menentukan kecepatan pengiriman, biaya distribusi, serta kualitas barang yang diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, masalah transportasi memberikan dasar yang kuat untuk menentukan metode terbaik dalam mendistribusikan barang kepada konsumen.

Masalah transportasi memiliki peran penting dalam mendistribusikan barang karena terdapat suatu pendekatan sistematis untuk mengoptimalkan pergerakan barang dan sumber daya dalam berbagai industri. Masalah transportasi digunakan sebagai model matematis untuk meminimalkan biaya sekaligus mengangkut barang dari berbagai titik awal (sumber) ke berbagai titik akhir (tujuan). Signifikansi masalah transportasi terletak pada kemampuannya untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan, merampingkan manajemen rantai pasokan, dan meningkatkan operasi secara keseluruhan (A. Rashid & Islam, 2024).

Sebagian besar situasi di kehidupan nyata, mempunyai persediaan barang mungkin lebih besar atau lebih kecil dari permintaan atau persediaan barang mungkin sama dengan permintaan. Masalah transportasi tidak seimbang terjadi karena ketidakseimbangan antara persediaan dan permintaan tidak selaras dengan sempurna. Masalah transportasi tidak seimbang atau *Unbalanced Transportation Problem* (UTP) sering kali mengandalkan penggunaan biaya satuan nol untuk kolom atau baris tiruan (*dummy*) dalam mendapatkan solusi optimal. Masalah transportasi tidak seimbang dapat diselesaikan menggunakan pengembangan metode konversi yang dapat mengubah masalah tersebut menjadi masalah transportasi seimbang. Adapun beberapa hal yang mempengaruhi ketidakseimbangan masalah transportasi yaitu variasi kapasitas produksi, persediaan barang yang berfluktuasi, atau tingkat permintaan yang berbeda-beda.

Mengoptimalkan masalah transportasi tidak seimbang sangat penting dilakukan dalam dunia nyata, seperti manajemen rantai pasokan, *e-commerce*, ritel, dan sektor energi. Dalam *e-commerce* dan ritel, pengoptimalan masalah transportasi bertujuan untuk pengiriman yang tepat waktu, manajemen inventaris, dan memenuhi harapan konsumen. Di sektor energi, pengoptimalan masalah transportasi sangat penting untuk pergerakan dan distribusi bahan baku yang efisien. Secara

keseluruhan, pengoptimalan masalah transportasi membantu dalam perencanaan dan pelaksanaan kegiatan transportasi, mengurangi biaya, meningkatkan waktu pengiriman, serta meningkatkan efisiensi operasional.

Masalah transportasi seimbang atau *Balanced Transportation Problem* (BTP) merupakan suatu permasalahan dalam transportasi yang memiliki jumlah persediaan (*supply*) dan permintaan (*demand*) yang seimbang atau sama. Dengan kata lain, jumlah barang yang didistribusikan dari sejumlah sumber harus sama dengan jumlah yang dibutuhkan oleh sejumlah tujuan, sehingga tidak ada barang yang tersisa atau kekurangan permintaan. Masalah transportasi seimbang bermanfaat untuk meminimalkan biaya pengangkutan barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Oleh karena itu, BTP dapat membantu perusahaan atau organisasi dalam mengoptimalkan proses distribusi barang secara efektif dan efisien.

Penelitian ini akan menguraikan lebih lanjut mengenai sebuah pendekatan efisien untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang. Solusi awal yang akan digunakan adalah *Middle Cell Method* (MCM) dan *Approach to the Allocation Table Method* (AATM), kemudian akan dilakukan uji optimasi menggunakan *Loop Product Difference Method* (LPDM). Menurut (Chigozie & Chikezie, 2023) MCM merupakan solusi awal untuk menyelesaikan masalah transportasi seimbang dengan mengalokasikan sebanyak mungkin unit yang sama dengan minimum antara persediaan dan permintaan. Dalam penelitiannya yang berjudul ***“A New Approach to Solving Transportation Problems: The Middle Cell Method.”*** telah ditunjukkan bahwa metode MCM adalah solusi awal yang optimal ketika baris dan kolom tidak sama, terutama pada kasus tabel transportasi yang memiliki baris genap dan kolom ganjil atau sebaliknya.

AATM merupakan solusi awal dalam menyelesaikan masalah transportasi seimbang. Menurut (Baloch et al., 2022), dalam penelitiannya yang berjudul ***“Balanced Transportation Problems with an Alternative Methodology for the Allocation Table Method.”***, metode yang diusulkan mengungguli metode literatur

heuristik lainnya, sehingga teknik yang diusulkan dapat memberikan biaya transportasi yang rendah atau minimal.

LPDM merupakan suatu pendekatan baru dalam menyelesaikan masalah transportasi seimbang untuk memperoleh solusi optimal. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh (Jude et al., 2019) dalam jurnalnya yang berjudul “***A New and Efficient Proposed Approach for Optimizing the Initial Basic Feasible Solution of a Linear Transportation Problem***”. Dalam penelitian tersebut, LPDM telah diuji dan terbukti efektif dalam meminimalkan biaya pada masalah transportasi seimbang serta memberikan hasil yang sama dengan solusi optimal yang diperoleh melalui metode MODI (*Modified Distribution*) ataupun metode *Stepping Stone*.

Pendekatan efisien pada penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan dan memperkenalkan perubahan paradigma dalam menyelesaikan masalah transportasi tidak seimbang. Penelitian ini menggunakan model yang berbeda dengan penambahan biaya satuan tidak nol untuk kolom atau baris tiruan (*dummy*), yang menawarkan sebuah perspektif inovatif dalam mengubah UTP menjadi BTP. Oleh karena itu, pendekatan efisien yang diusulkan dapat memfasilitasi optimasi, membuat pemodelan yang lebih realistis, dan menjadi alat yang penting bagi para pengambil keputusan diberbagai bidang, seperti manajemen rantai pasokan dan perencanaan produksi.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan diatas, penulis akan mengulas dan mengkaji lebih lanjut mengenai pendekatan efisien untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang dengan melakukan perbandingan antara 2 metode dalam memperoleh solusi awal, yaitu MCM dan AATM yang kemudian akan dilakukan uji optimasi menggunakan LPDM. Oleh karena itu, peneliti mengangkat judul “PENDEKATAN EFISIEN UNTUK SOLUSI OPTIMAL MASALAH TRANSPORTASI TIDAK SEIMBANG MENGGUNAKAN SOLUSI AWAL MCM DAN AATM SERTA UJI OPTIMASI DENGAN LPDM (Studi Kasus : Pendistribusian Buah Lemon Organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru).”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah disampaikan penulis sebelumnya, maka penulis menyusun rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana konsep dan algoritma dalam menentukan solusi awal menggunakan MCM?
2. Bagaimana konsep dan algoritma dalam menentukan solusi awal menggunakan AATM?
3. Bagaimana konsep dan algoritma dalam menentukan uji optimasi menggunakan LPDM?
4. Bagaimana penerapan MCM, AATM, dan LPDM dalam meminimalkan biaya transportasi pada distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengkaji konsep dan algoritma dalam menentukan solusi awal menggunakan MCM?
2. Mengkaji konsep dan algoritma dalam menentukan solusi awal menggunakan AATM?
3. Mengkaji konsep dan algoritma dalam menentukan uji optimasi menggunakan LPDM?
4. Menerapkan MCM, AATM, dan LPDM dalam meminimalkan biaya transportasi pada distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penyusunan penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini bertujuan memperoleh pemahaman komprehensif tentang penerapan teori optimasi dalam konteks transportasi, khususnya penyelesaian masalah transportasi tidak seimbang. Dengan menggunakan MCM, AATM, dan LPDM, peneliti berharap dapat meningkatkan efektivitas penyelesaian masalah dan membawa inovasi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan praktik di lapangan, seperti dalam kasus pendistribusian buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru.

2. Bagi Pembaca

Penelitian ini bertujuan memperluas wawasan tentang optimasi masalah transportasi tidak seimbang menggunakan MCM, AATM, dan LPDM, dengan studi kasus pendistribusian buah lemon organik di Toko Laris Buah Pekanbaru. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam mengatasi masalah sehari-hari dengan solusi yang lebih efisien.

3. Bagi Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi penting bagi peneliti selanjutnya dalam memahami dan menerapkan MCM, AATM, dan LPDM untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang. Hasil penelitian ini dapat menjadi landasan untuk mengembangkan metode yang lebih efisien dan optimal.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada masalah transportasi tidak seimbang (UTP) dengan tujuan meminimalkan biaya distribusi. Untuk mencapai solusi optimal, peneliti menggunakan pendekatan efisien dengan mengubah masalah UTP menjadi masalah transportasi seimbang (BTP) dengan menambahkan biaya tiruan atau *dummy* tidak nol. Dalam proses penyelesaian, penelitian ini melibatkan metode yang memerlukan tahap pencarian solusi awal, yaitu menggunakan MCM dan

AATM, serta uji optimasi menggunakan LPDM. Studi kasus dalam penelitian ini adalah distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru, dengan data yang diambil pada periode April 2020.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari berbagai jurnal yang telah ada sebelumnya. Berikut adalah beberapa jurnal yang menjadi sumber referensi dalam penelitian ini.

1. Penelitian yang dilakukan oleh (A. Rashid & Islam, 2024) yang berjudul *“An Efficient Approach for Transforming Unbalanced Transportation Problems into Balanced Problems in Order to Find Optimal Solutions”* membahas mengenai pendekatan efisien untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang (UTP) menjadi seimbang untuk meminimalkan biaya transportasi dengan baris atau kolom tiruan (*dummy*) tidak nol. Adapun metode yang digunakan untuk menentukan solusi awal adalah VAM dan uji optimasinya adalah MODI.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Chigozie & Chikezie, 2023) yang berjudul *“A New Approach to Solving Transportation Problems: The Middle Cell Method”* membahas mengenai metode baru untuk memperoleh solusi awal menggunakan MCM. Dalam menyelesaikan masalah transportasi ini, digunakan pendekatan unik dengan menentukan sel tengah dari tabel untuk memulai alokasi. Pada penelitian tersebut, hasil dari MCM dibandingkan dengan metode NWC, LCM, SEC, dan NEC.
3. Penelitian yang dilakukan oleh (Baloch et al., 2022) yang berjudul *“Balanced Transportation Problems with an Alternative Methodology for the Allocation Table Method”* membahas mengenai metodologi alternatif yaitu AATM untuk menyelesaikan masalah transportasi seimbang (BTP) dalam memperoleh solusi awal. Pada penelitian tersebut, hasil dari AATM dibandingkan dengan metode NWC, LCM, VAM, dan ATM.

4. Penelitian yang dilakukan oleh (Jude et al., 2019) yang berjudul “*A New and Efficient Proposed Approach for Optimizing the Initial Basic Feasible Solution of A Linear Transportation Problem*” menguraikan metode baru dan efisien untuk memperoleh solusi optimal menggunakan LPDM. Pada penelitian tersebut, solusi awal diperoleh menggunakan *Inverse Coefficient of Variation Method* (ICVM).
5. Penelitian yang dilakukan oleh (Basriati et al., 2021) yang berjudul “Penerapan Metode *Lowest Supply Lowest Cost* dan *Stepping Stone* dalam Meminimumkan Biaya Transportasi Laris Buah Pekanbaru” menguraikan mengenai perbandingan dua metode yaitu *Lowest Supply Lowest Cost* dan *Stepping Stone* dalam meminimalkan biaya transportasi pada pendistribusian buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru.

Selanjutnya, untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang persamaan dan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian lainnya, maka penulis akan menyajikan informasi tersebut ke dalam Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Abdur Rashid dan Md. Amirul Islam	<i>An Efficient Approach for Transforming Unbalanced Transportation Problems into Balanced Problems in Order to Find Optimal Solutions</i>	Persamaannya terletak pada konsep dan algoritma pendekatan efisien untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang (UTP). Perbedaannya terletak pada metode yang digunakan. Dalam jurnal, untuk memperoleh total biaya transportasi dengan pendekatan efisien digunakan

		metode VAM dan MODI, sedangkan pada penelitian ini digunakan MCM, AATM, dan LPDM.
Nwanya Julius chigozie dan Njoku Kevin N. C.	<i>A New Approach to Solving Transportation Problems: The Middle Cell Method</i>	Persamaannya terletak pada metode yang digunakan yaitu menggunakan MCM. Perbedaanannya terletak pada perbandingan metode yang digunakan dalam memperoleh solusi awal. Pada jurnal menggunakan MCM dan beberapa metode lain (seperti NWC dan LCM), akan tetapi pada penelitian ini akan dibandingkan metode tersebut dengan AATM.
Nabeela Baloch, Asif Ali Shaikh, Wajid Ali Shaikh, dan Sania Qureshi.	<i>Balanced Transportation Problems with an Alternative Methodology for the Allocation Table Method</i>	Persamaannya terletak pada metode yang digunakan yaitu menggunakan AATM. Perbedaanannya terletak pada perbandingan metode yang digunakan dalam memperoleh solusi awal. Pada jurnal menggunakan AATM dan beberapa metode lain (seperti VAM dan ATM), akan tetapi pada penelitian ini akan

		dibandingkan metode tersebut dengan MCM.
Opapa Jude, Oruh Ben Ifeanyichukwu, Ihekuna Stephen, dan Okenwe Idochi	<i>A New and Efficient Proposed Approach for Optimizing the Initial Basic Feasible Solution of a Linear Transportation Problem</i>	Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu LPDM. Perbedaannya terletak pada metode yang digunakan dalam memperoleh solusi awal sebelum dilakukan uji optimasi menggunakan LPDM. Dalam jurnal digunakan metode ICVM. Sedangkan pada penelitian ini, akan digunakan perbandingan antara MCM dan AATM.
Sri Basriati, Elfira Safitri, dan Nur Azizah Br Barus	Penerapan Metode <i>Lowest Supply Lowest Cost</i> dan <i>Stepping Stone</i> dalam Meminimumkan Biaya Transportasi Laris Buah Pekanbaru	Persamaannya terletak pada studi kasus yang digunakan yaitu pendistribusian buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru. Perbedaannya terletak pada metode yang digunakan dalam memperoleh solusi awal. Dalam jurnal digunakan metode <i>Lowest Supply Lowest Cost</i> dan <i>Stepping Stone</i> , sedangkan pada penelitian ini digunakan MCM dan AATM. Selain itu, pada jurnal digunakan biaya tiruan atau <i>dummy nol</i> , sedangkan pada penelitian ini

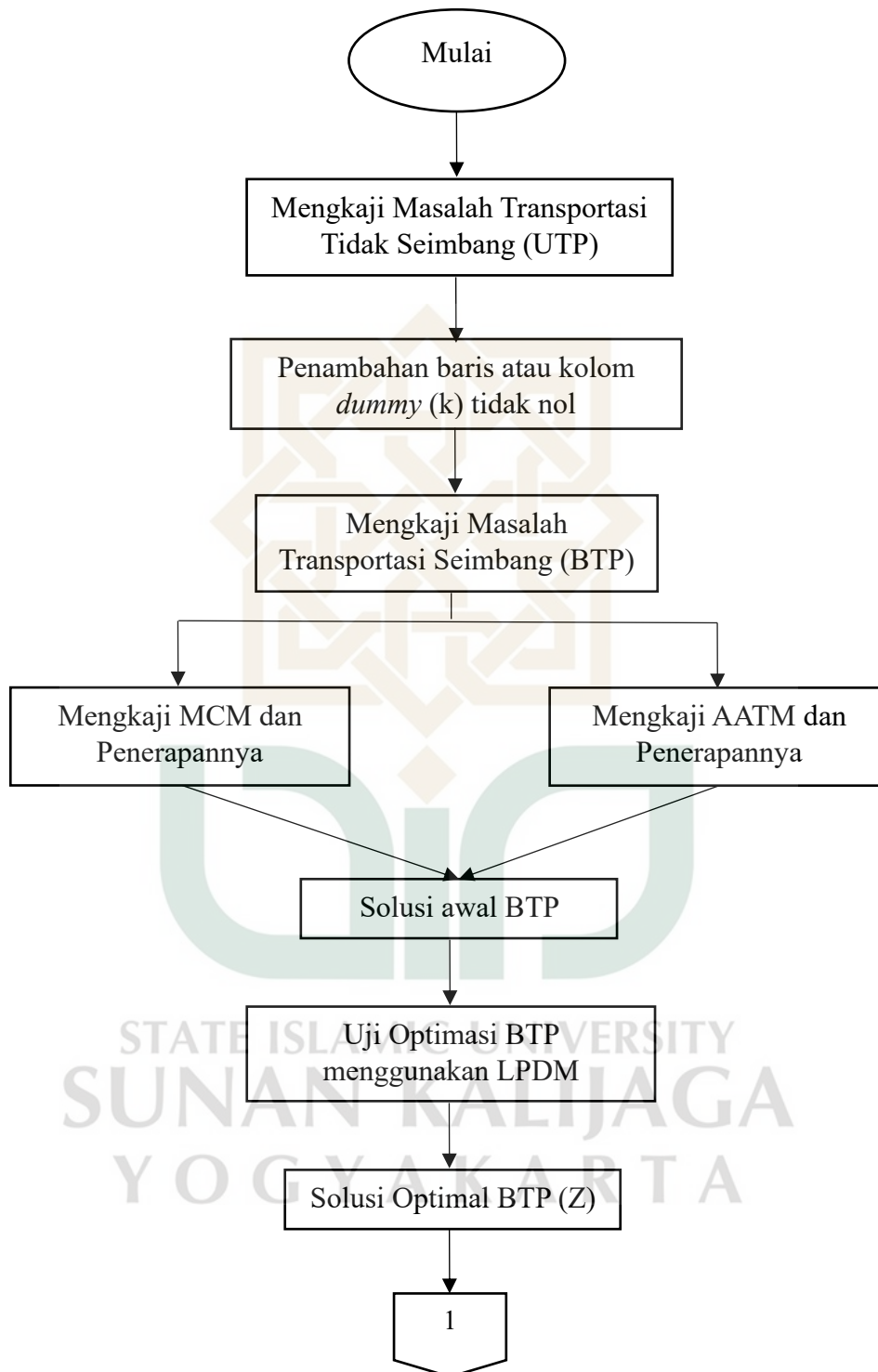
		digunakan biaya tiruan atau <i>dummy</i> tidak nol.
--	--	---

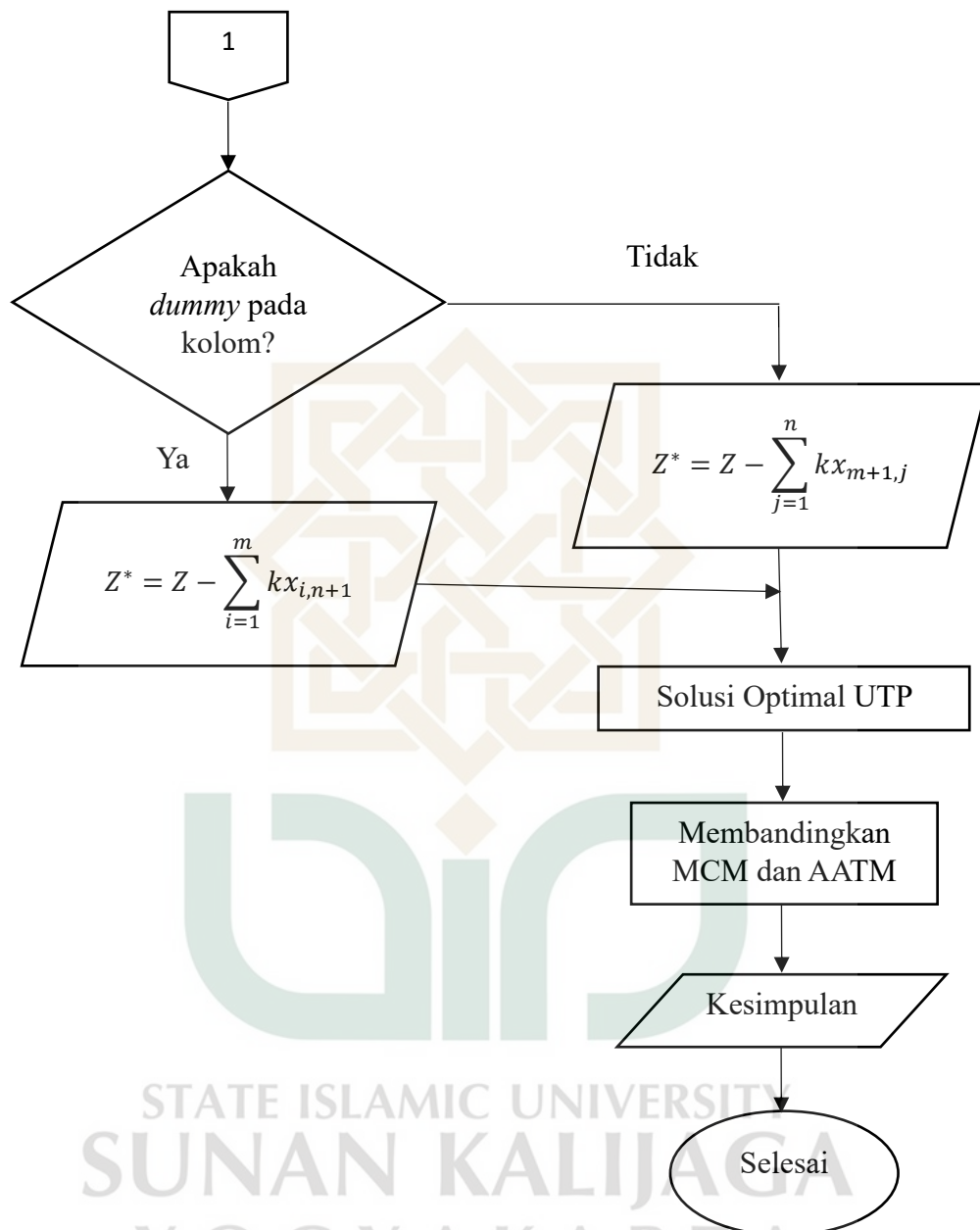
1.7 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menerapkan metode penelitian pustaka, atau sering disebut sebagai studi pustaka. Penelitian pustaka atau studi pustaka merupakan sebuah metode penelitian yang dilakukan melalui cara pengumpulan dan analisis informasi dari literatur yang telah ada (seperti buku, artikel, dan jurnal) untuk mendapatkan wawasan atau pengetahuan yang relevan mengenai permasalahan yang sedang diteliti. Melalui penelitian pustaka, peneliti dapat mengeksplorasi dan memahami konteks serta dinamika dari topik yang diteliti, sehingga menghasilkan penelitian yang lebih terarah dan informatif (Ranjit Kumar, 2019).

Selain itu, peneliti menerapkan metode penelitian terapan. Metode ini adalah pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan mengaplikasikan teori dan prinsip yang telah ada. Penelitian terapan bertujuan untuk menyelesaikan masalah praktis dan memanfaatkan hasil penelitian untuk meningkatkan praktik di dunia nyata (John W. Creswell, 2014). Dalam penelitian terapan ini, penulis berusaha menjawab pertanyaan-pertanyaan mengenai bagaimana cara memperbaiki atau meningkatkan praktik yang sudah ada.

Peneliti menyajikan flowchart untuk menggambarkan metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut.





Gambar 1.1 Skema Penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah cara atau urutan yang terstruktur dalam menyusun sebuah penelitian. Tujuan dari sistematika penulisan dalam tugas akhir ini yaitu untuk memberikan struktur yang jelas dan teratur, sehingga membantu penulis untuk menyampaikan informasi secara logis dan terorganisir, serta memudahkan pembaca dalam memahami alur pemikiran penulis. Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini dibagi menjadi tiga bagian sebagai berikut.

1. Bagian Awal

Bagian awal dalam penelitian ini merupakan bab yang berisi elemen-elemen penting untuk memberikan gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan. Dalam bagian awal ini berisi beberapa halaman yaitu sampul luar, halaman judul, halaman pengesahan, halaman pernyataan, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, intisari, dan abstrak.

2. Bagian Utama

Pada bagian utama, terdiri dari 5 bab sebagai berikut.

BAB I : Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Bab ini membahas mengenai landasan teori yang mendasari pengetahuan dalam melakukan penelitian pada bab selanjutnya. Teori yang dibahas dalam bab ini, yaitu perkembangan riset operasi, pengetahuan tentang masalah transportasi, jenis masalah transportasi, metode-metode dalam menentukan solusi awal, dan metode-metode dalam menentukan solusi optimal.

BAB III : Bab ini mengkaji mengenai konsep dan algoritma solusi awal menggunakan MCM dan AATM. Serta, uji optimasi dengan LPDM. Selain itu, akan disajikan ilustrasi numerik pendekatan efisien untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang (UTP) menggunakan metode-metode tersebut.

BAB IV : Bab ini membahas mengenai penyelesaian masalah transportasi menggunakan pendekatan efisien untuk solusi optimal masalah transportasi tidak seimbang (UTP) dalam meminimalkan biaya menggunakan solusi awal MCM dan AATM, serta uji optimasi dengan LPDM untuk meminimalkan biaya transportasi pada distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru.

BAB V : Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diberikan oleh penulis.

3. Bagian Akhir

Pada bagian akhir, penelitian ini berisi daftar pustaka dan lampiran.

BAB V

PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang dapat diimplementasikan berdasarkan materi pembahasan yang telah dianalisa sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan penelitian ini, penulis memperoleh beberapa kesimpulan diantaranya adalah :

1. *Middle Cell Method* (MCM) merupakan suatu metode yang hanya dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah transportasi seimbang (BTP). Metode ini dimulai dengan mengalokasikan sel tengah pada tabel biaya transportasi dan dilanjutkan ke sel berikutnya dengan mempertimbangkan sel persediaan dan permintaan. Konsep ini bertujuan untuk menyederhanakan proses alokasi awal dengan pendekatan yang sistematis dan mudah dipahami. Namun, MCM tidak dapat langsung digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi tidak seimbang (UTP), sehingga perlu penambahan baris atau kolom *dummy* agar diperoleh BTP.
2. *Approach to the Allocation Table Method* (AATM) merupakan metode solusi awal untuk BTP yang memberikan langkah lebih cepat dan lebih sedikit. AATM dialokasikan dengan menentukan sel biaya ganjil terkecil terlebih dahulu. Metode ini juga memerlukan kondisi masalah yang seimbang, sehingga apabila kasus masih UTP, maka diperlukan penambahan baris atau kolom *dummy* terlebih dahulu.
3. Secara umum, dalam menyelesaikan masalah transportasi menggunakan MCM dan AATM dapat memberikan solusi awal, akan tetapi dengan melakukan uji optimasi menggunakan metode lain akan menghasilkan solusi optimal pada beberapa kasus yang tersedia. *Loop Product Difference*

Method (LPDM) digunakan untuk memperoleh solusi yang lebih optimal berdasarkan metode solusi awal yang sudah diperoleh sebelumnya. Metode ini dapat memberikan hasil yang sama apabila dibandingkan dengan metode MODI dan *stepping stone*.

4. Di kehidupan nyata, MCM, AATM, dan LPDM dapat diimplementasikan dalam masalah transportasi tidak seimbang (UTP) untuk menyelesaikan kasus distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru. Pada kasus ini, setelah UTP dikonversi ke BTP dengan menambahkan biaya tiruan atau *dummy* tidak nol, diperoleh solusi awal menggunakan MCM sebesar Rp.15.755.000 dan AATM sebesar Rp.15.705.000. Selanjutnya, dilakukan uji optimasi terhadap kedua solusi awal tersebut menggunakan LPDM dan diperoleh hasil yang sama, yaitu sebesar Rp.15.705.000. Kemudian, dilakukan kembali konversi dari BTP ke UTP untuk memperoleh solusi optimal terhadap kondisi nyata. Hasil akhir penelitian menunjukkan bahwa hasil uji optimasi LPDM, dengan menggunakan solusi awal MCM dan AATM, mampu menghasilkan biaya transportasi minimum yang sama, yaitu sebesar Rp. 4.705.000,00 per minggu pada kasus distribusi buah lemon organik oleh Toko Laris Buah Pekanbaru. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi metode tersebut efektif dalam menyelesaikan masalah transportasi tidak seimbang secara optimal.

5.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat penulis sampaikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Pada penelitian ini, dalam menyelesaikan masalah transportasi hanya dibatasi dengan kendala kesetaraan. Diharapkan terdapat penelitian untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan kendala campuran dengan menggunakan MCM dan AATM.
2. Penelitian ini masih menggunakan metode lain dalam menentukan solusi optimal. Diharapkan penelitian selanjutnya mampu mengembangkan

metode baru untuk memperoleh hasil optimal tanpa menggunakan metode lain dan menghasilkan jumlah iterasi lebih sedikit, sehingga dapat diperoleh metode baru yang lebih sederhana dan mudah dipahami.

3. Peneliti selanjutnya yang tertarik menggunakan metode MCM, AATM, dan LPDM dalam menyelesaikan masalah transportasi untuk meminimalkan biaya, diharapkan dapat membandingkan hasil penelitian dengan kondisi nyata yang terjadi di lapangan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis komputer guna mengimplementasikan MCM, AATM, dan LPDM secara otomatis. Pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi perhitungan, meminimalkan kesalahan manual, serta mempermudah proses implementasi dan visualisasi solusi dalam penyelesaian masalah transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackoff, C. W. C. and R. L. (1955). *Operational Accounting & Operations Research*.
- Aregawi, B. Z. (2018). *Minimizing Balanced Transportation Cost Problems of Homogenous Products*. 6(2), 357–363.
- Baloch, N., Shaikh, A. A., Shaikh, W. A., & Qureshi, S. (2022). Balanced Transportation Problems with an Alternative Methodology for the Allocation Table Method. *Statistics, Computing and Interdisciplinary Research*, 4(1), 99–111. <https://doi.org/10.52700/scir.v4i1.101>
- Basriati, S., Safitri, E., & Barus, N. A. B. (2021). Penerapan Metode Lowest Supply Lowest Cost Dan Stepping Stone Dalam Meminimumkan Biaya Transportasi Laris Buah Pekanbaru. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 19(1), 136–140.
- Chigozie, J., & Chikezie, K. N. (2023). *A New Approach to Solving Transportation Problems : The Middle Cell Method*. 10(October), 124–132.
- Hanif, M., & Rafi, F. S. (2018). A New Method for Optimal Solutions of Transportation Problems in LPP. *Journal of Mathematics Research*, 10(5), 60. <https://doi.org/10.5539/jmr.v10n5p60>
- Hira, D. S. (1992). *No Title*. S. Chand Publishing.
- Jaisankar, S. (2018). Quantitative Techniques for Managers. *Mba-H2040*.
- Jude, O., Ifeanyichukwu, O. Ben, & Stephen, I. (2019). A New And Efficient Proposed Approach For Optimizing The Initial Basic Feasible Solution Of A Linear Transportation Problem. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, 65(6), 104–118. <https://doi.org/10.14445/22315373/ijmtt-v65i6p517>
- Kaur, L., Rakshit, M., & Singh, S. (2019). An alternate approach for finding the initial basic feasible solution of transportation problem. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(9), 442–447.
- Meflinda, A., & Mahyarni. (2011). Riset Operasi.pdf. In *Unri Press* (p. 114).
- Mishra, S. (2017). Solving Transportation Problem by Various Methods and Their Comparison. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, 44(4), 270–275. <https://doi.org/10.14445/22315373/ijmtt-v44p538>
- Pandian, P., & Natarajan, G. (2010). A New Method for finding an optimal solution for Transportation Problem. *International Journal of Mathematical Science and Engineering Applications*, 4(2), 59–65.

- Pranati, N. M. A., Jaya, A. I., & Sahari, A. (2018). Optimalisasi Biaya Transportasi Pendistribusian Keramik Menggunakan Model Transportasi Metode Stepping Stone (Studi Kasus: Pt. Indah Bangunan). *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 15(1), 48–57.
<https://doi.org/10.22487/2540766x.2018.v15.i1.10198>
- Rashid, A., & Islam, M. A. (2024). An Efficient Approach for Transforming Unbalanced Transportation Problems into Balanced Problems in Order to Find Optimal Solutions. *American Journal of Operations Research*, 14(01), 74–86. <https://doi.org/10.4236/ajor.2024.141004>
- Rashid, F., Khan, A. R., & Uddin, S. (2021). Mixed constraints cost minimization transportation problem : An effective algorithmic approach. *American Journal of Operational Research*, 11(1), 1–7.
<https://doi.org/10.5923/j.ajor.202111101.01>
- Ravindran, A. R. (2008). History of operations research. *Operations Research Applications*, xix–xxi.
- Simbolon, L. D., Situmorang, M., & Napitupulu, N. (2014). Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras Miskin (RASKIN) pada Perum Bulog Sub Divre Medan. *Saintia Matematika*, 2(3), 299–311.
https://www.academia.edu/download/35249795/jurnal_transportasi.pdf
- Widowati, A. N. A. (2022). Pengaruh Penambahan Kulit Buah Lemon (Citrus limon (L.)) Kering Terhadap Karakteristik Organoleptik, Total Padatan Terlarut, pH, Kandungan Vitamin C dan Total Fenol Teh Celup Daun Kelor (Moringa oleifera). *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(1), 30–39.
<https://doi.org/10.14710/jtp.2022.31639>