

SKRIPSI

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI
MENGUNAKAN METODE WAM, WHM, WGM, DAN
WQM SERTA UJI PASCAOPTIMASI MENGGUNAKAN
METODE MFL**

**(Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir oleh
LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)**



TSALITS WIFQI HIDAYATI

20106010006

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

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

2024

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI
MENGUNAKAN METODE WAM, WHM, WGM, DAN
WQM SERTA UJI PASCAOPTIMASI MENGGUNAKAN
METODE MFL**

**(Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir oleh
LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh

TSALITS WIFQI HIDAYATI

20106010006

Kepada

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

2024



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 : Tsalits Wifqi Hidayati

NIM : 20106010006

Judul Skripsi : Penyelesaian Masalah Transportasi Menggunakan Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM serta Uji Pascaoptimasi Menggunakan Metode MFL
(Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 13 Mei 2024

Pembimbing

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

NIP. 19800402 200501 1 003



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-795/Un.02/DST/PP.00.9/05/2024

Tugas Akhir dengan judul : PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE WAM, WHM, WGM, DAN WQM SERTA UJI PASCAOPTIMASI MENGGUNAKAN METODE MFL (Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : TSALITS WIFQI HIDAYATI
Nomor Induk Mahasiswa : 20106010006
Telah diujikan pada : Senin, 27 Mei 2024
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: 66593b96106ef



Penguji I

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom
SIGNED

Valid ID: 6655885290374



Penguji II

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6659862f8d835



Yogyakarta, 27 Mei 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 6659c460af9a2

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tsalits Wifqi Hidayati
NIM : 20106010006
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, 13 Mei 2024



Tsalits Wifqi Hidayati

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penyusun persembahkan kepada:

Almamaterku tercinta

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Seluruh keluarga tercinta di Kabupaten Pati

Keluarga keduaku “Q8 Zone”

Dan tak lupa kepada diri sendiri yang telah berjuang
untuk menyelesaikan skripsi ini

Serta teman-temanku

Devi dan Risma yang telah membantu penulis dalam
menyelesaikan skripsi ini

HALAMAN MOTTO



إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan

(Al-Insyirah:6)

*"Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji
kekuatan akarnya"*

-Ali bin Abi Thalib-

*"Hidup itu seperti sepeda, untuk menjaga keseimbangan kita harus tetap
bergerak"*

-Albert Einstein-

PRAKATA

Allhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Penyelesaian Masalah Transportasi Menggunakan Metode WAM, WHM, WGM dan WQM serta Uji Pascaoptimasi Menggunakan Metode MFL (Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)". Penulisan skripsi ini diselesaikan sebagai salah satu prasyarat mencapai gelar Sarjana Matematika di Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak hambatan dan halangan. Namun berkat adanya motivasi, bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, *alhamdulillah* skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan 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. Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Matematika.
3. Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama menempuh pendidikan serta selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.

4. Seluruh dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan memberikan pelayanan administrasi akademik.
5. Keluarga tercinta di Kabupaten Pati terkhusus kakak keduaku Mas Dwi Susanto yang telah memberikan semangat kepada penulis berupa kasih sayang, waktu, tenaga, dan materi.
6. Teman-temanku seperjuangan matematika angkatan 2020 terkhusus Devi Permitasari, Risma Nur Fadhilah dan Maulidatu Jauharoti Alisya.
7. Teman-temanku satu almamater Pondok Pesantren Al-Munawwir Komplek Q terkhusus Salsabila Amany Putri dan Khusnul Amalia.
8. Teman-teman KKN Wonosobo angkatan 111 terkhusus Syafira, Defi, Huzairin, Diana, Amri, Rofiyu, Dani, Umun, dan Puspita.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan yang secara langsung maupun tidak langsung membantu terselesaikannya skripsi ini.

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

Yogyakarta, 13 Mei 2024

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	xiii
DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR LAMBANG	.xxiii
INTISARI	xxv
ABSTRACT	xxvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah	7
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	8
1.6. Tinjauan Pustaka	9
1.7. Metode Penelitian	15
1.8. Sistematika Penulisan	18
II DASAR TEORI	21

2.1. Riset Operasi	21
2.1.1. Perkembangan Riset operasi	21
2.1.2. Definisi Riset Operasi Menurut Para Ahli	23
2.1.3. Manfaat Riset operasi	25
2.1.4. Tujuan Riset operasi	25
2.1.5. Tahapan Riset Operasi	26
2.1.6. Penerapan dalam Kehidupan Sehari-hari	26
2.2. Metode Transportasi	28
2.2.1. Definisi Metode transportasi	28
2.2.2. Model Masalah Transportasi	31
2.2.3. Asumsi Masalah Transportasi	34
2.2.4. Manfaat dan Tujuan Metode Transportasi	37
2.2.5. Penerapan Model Transportasi	38
2.3. Solusi Layak Basis Awal	39
2.4. Uji Optimasi	43
2.5. Efisiensi Distribusi	46

III WEIGHTED ARITHMETIC MEAN (WAM), WEIGHTED HARMONIC MEAN (WHM), WEIGHTED GEOMETRIC MEAN (WGM), WEIGHTED QUADRATIC MEAN (WQM), DAN METODE UJI PASCAOPTIMASI MORE FOR LESS (MFL)	48
3.1. <i>Weighted Arithmetic Mean</i> (WAM)	48
3.1.1. Algoritma metode <i>Weighted Arithmetic Mean</i> (WAM)	50
3.2. <i>Weighted Harmonic Mean</i> (WHM)	53
3.2.1. Algoritma metode <i>Weighted Harmonic Mean</i> (WHM)	55
3.3. <i>Weighted Geometric Mean</i> (WGM)	59
3.3.1. Algoritma metode <i>Weighted Geometric Mean</i> (WGM)	61

3.4.	<i>Weighted Quadratic Mean (WQM)</i>	64
3.4.1.	Algoritma metode <i>Weighted Quadratic Mean (WQM)</i>	66
3.5.	Contoh Numerik	69
3.5.1.	Contoh Numerik Masalah Transportasi Seimbang	69
3.5.2.	Contoh Numerik Masalah Transportasi tidak seimbang	85
3.6.	Metode Uji Pascaoptimasi <i>More For Less (MFL)</i>	106
3.6.1.	Algoritma Metode MFL	107
3.6.2.	Contoh Numerik	111
IV	Hasil dan Pembahasan	124
4.1.	Lembaga Amil Zakat Infak Sedekah Nahdlatul Ulama (LAZISNU) Kabupaten Pati	124
4.1.1.	Sejarah Singkat LAZISNU	124
4.1.2.	Visi dan Misi LAZISNU Kabupaten Pati	125
4.1.3.	Susunan Pengurus LAZISNU Kabupaten Pati	126
4.1.4.	Profil Wilayah Kabupaten Kudus, Demak, dan Grobogan . .	128
4.2.	Pengumpulan Data	131
4.3.	Optimalisasi Distribusi Bantuan menggunakan Metode WAM, WGM, WHM, dan WQM dan Uji Pascaoptimasi menggunakan Metode MFL	140
4.3.1.	Optimalisasi Distribusi Bantuan menggunakan Metode WAM	146
4.3.2.	Optimalisasi Distribusi Bantuan menggunakan Metode WHM	167
4.3.3.	Optimalisasi Distribusi Bantuan menggunakan Metode WGM	187
4.3.4.	Optimalisasi Distribusi Bantuan menggunakan Metode WQM	207
4.3.5.	Uji Pascaoptimasi Menggunakan Metode MFL	227
4.4.	Perbandingan Hasil dari Metode WAM, WHM, WGM, WQM, MO- DI, dan MFL	257
4.5.	Efisiensi Distribusi	263

V PENUTUP	265
5.1. Kesimpulan	265
5.2. Saran	266
DAFTAR PUSTAKA	267
LAMPIRAN	272
A DATA-DATA 1	272
B DATA-DATA 2	273
Curriculum Vitae	274

DAFTAR TABEL

1.1	Tabel Tinjauan Pustaka	12
2.1	Tabel Model Transportasi	32
3.1	Contoh Numerik 1 Masalah Transportasi Seimbang	70
3.2	Iterasi 1 Contoh Numerik 1 Metode WAM	70
3.3	Iterasi 2 Contoh Numerik 1 Metode WAM	71
3.4	Iterasi 3 Contoh Numerik 1 Metode WAM	71
3.5	Iterasi 4 Contoh Numerik 1 Metode WAM	72
3.6	Iterasi 5 Contoh Numerik 1 Metode WAM	72
3.7	Iterasi 6 Contoh Numerik 1 Metode WAM	72
3.8	Iterasi 7 Contoh Numerik 1 Metode WAM	73
3.9	Iterasi 8 Contoh Numerik 1 Metode WAM	73
3.10	Iterasi 1 Contoh Numerik 1 Metode WHM	74
3.11	Iterasi 2 Contoh Numerik 1 Metode WHM	74
3.12	Iterasi 3 Contoh Numerik 1 Metode WHM	75
3.13	Iterasi 4 Contoh Numerik 1 Metode WHM	75
3.14	Iterasi 5 Contoh Numerik 1 Metode WHM	76
3.15	Iterasi 6 Contoh Numerik 1 Metode WHM	76
3.16	Iterasi 7 Contoh Numerik 1 Metode WHM	76
3.17	Iterasi 8 Contoh Numerik 1 Metode WHM	77
3.18	Iterasi 1 Contoh Numerik 1 Metode WGM	78
3.19	Iterasi 2 Contoh Numerik 1 Metode WGM	78
3.20	Iterasi 3 Contoh Numerik 1 Metode WGM	79

3.21	Iterasi 4 Contoh Numerik 1 Metode WGM	79
3.22	Iterasi 5 Contoh Numerik 1 Metode WGM	79
3.23	Iterasi 6 Contoh Numerik 1 Metode WGM	80
3.24	Iterasi 7 Contoh Numerik 1 Metode WGM	80
3.25	Iterasi 8 Contoh Numerik 1 Metode WGM	80
3.26	Iterasi 1 Contoh Numerik 1 Metode WQM	81
3.27	Iterasi 2 Contoh Numerik 1 Metode WQM	82
3.28	Iterasi 3 Contoh Numerik 1 Metode WQM	82
3.29	Iterasi 4 Contoh Numerik 1 Metode WQM	83
3.30	Iterasi 5 Contoh Numerik 1 Metode WQM	83
3.31	Iterasi 6 Contoh Numerik 1 Metode WQM	83
3.32	Iterasi 7 Contoh Numerik 1 Metode WQM	84
3.33	Iterasi 8 Contoh Numerik 1 Metode WQM	84
3.34	Tabel Hasil Penyelesaian Contoh Numerik 1	85
3.35	Contoh Numerik 2 Masalah Transportasi Tidak Seimbang	85
3.36	Tabel Seimbang Contoh Numerik 2	86
3.37	Iterasi 1 Contoh Numerik 2 Metode WAM	86
3.38	Iterasi 2 Contoh Numerik 2 Metode WAM	87
3.39	Iterasi 3 Contoh Numerik 2 Metode WAM	87
3.40	Iterasi 4 Contoh Numerik 2 Metode WAM	88
3.41	Iterasi 5 Contoh Numerik 2 Metode WAM	88
3.42	Iterasi 6 Contoh Numerik 2 Metode WAM	89
3.43	Iterasi 7 Contoh Numerik 2 Metode WAM	89
3.44	Iterasi 8 Contoh Numerik 2 Metode WAM	90
3.45	Iterasi 9 Contoh Numerik 2 Metode WAM	90
3.46	Iterasi 1 Contoh Numerik 2 Metode WHM	91

3.47 Iterasi 2 Contoh Numerik 2 Metode WHM	91
3.48 Iterasi 3 Contoh Numerik 2 Metode WHM	92
3.49 Iterasi 4 Contoh Numerik 2 Metode WHM	92
3.50 Iterasi 5 Contoh Numerik 2 Metode WHM	93
3.51 Iterasi 6 Contoh Numerik 2 Metode WHM	93
3.52 Iterasi 7 Contoh Numerik 2 Metode WHM	94
3.53 Iterasi 8 Contoh Numerik 2 Metode WHM	94
3.54 Iterasi 9 Contoh Numerik 2 Metode WHM	95
3.55 Iterasi 1 Contoh Numerik 2 Metode WGM	96
3.56 Iterasi 2 Contoh Numerik 2 Metode WGM	96
3.57 Iterasi 3 Contoh Numerik 2 Metode WGM	97
3.58 Iterasi 4 Contoh Numerik 2 Metode WGM	97
3.59 Iterasi 5 Contoh Numerik 2 Metode WGM	98
3.60 Iterasi 6 Contoh Numerik 2 Metode WGM	98
3.61 Iterasi 7 Contoh Numerik 2 Metode WGM	99
3.62 Iterasi 8 Contoh Numerik 2 Metode WGM	99
3.63 Iterasi 9 Contoh Numerik 2 Metode WGM	100
3.64 Iterasi 1 Contoh Numerik 2 Metode WQM	101
3.65 Iterasi 2 Contoh Numerik 2 Metode WQM	101
3.66 Iterasi 3 Contoh Numerik 2 Metode WQM	102
3.67 Iterasi 4 Contoh Numerik 2 Metode WQM	102
3.68 Iterasi 5 Contoh Numerik 2 Metode WQM	103
3.69 Iterasi 6 Contoh Numerik 2 Metode WQM	103
3.70 Iterasi 7 Contoh Numerik 2 Metode WQM	104
3.71 Iterasi 8 Contoh Numerik 2 Metode WQM	104
3.72 Iterasi 9 Contoh Numerik 2 Metode WQM	105

3.73	Tabel Hasil Penyelesaian Contoh Numerik 2	105
3.74	Tabel Solusi Optimal Contoh Numerik 1 Metode WAM, WGM, WHM, dan WQM	112
3.75	Tabel Uji Optimasi Menggunakan Metode MODI Contoh Numerik 1	112
3.76	Tabel nilai sel kosong	112
3.77	Iterasi 1 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 1	113
3.78	Iterasi 2 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 1	113
3.79	Iterasi 3 Contoh Numerik 1 Metode MFL	114
3.80	Tabel Solusi Fisibel Contoh Numerik 2 Metode WAM, WGM, dan WQM	114
3.81	Tabel Solusi Fisibel Contoh Numerik 2 Metode WHM	115
3.82	Tabel Uji Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WGM, dan WQM	115
3.83	Tabel Nilai Sel Kosong	116
3.84	Iterasi 1 Tabel Uji Optimal Contoh Numerik 2 Metode WHM . . .	116
3.85	Tabel Nilai Sel Kosong iterasi 1	117
3.86	Iterasi 2 Tabel Uji Optimal Contoh Numerik 2 Metode WHM . . .	117
3.87	Tabel Nilai Sel Kosong Iterasi 2	118
3.88	Iterasi 3 Tabel Uji Optimal Contoh Numerik 2 Metode WHM . . .	118
3.89	Tabel Nilai Sel Kosong Iterasi 3	119
3.90	Iterasi 1 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM WGM, dan WQM	120
3.91	Iterasi 2 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	120
3.92	Iterasi 3 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	121

3.93 Iterasi 4 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	121
3.94 Iterasi 5 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	121
3.95 Iterasi 6 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	122
3.96 Iterasi 7 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	122
3.97 Iterasi 8 Metode MFL Solusi Optimal Contoh Numerik 2 Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	123
3.98 Iterasi 9 Tabel Solusi Optimal	123
4.1 Tabel Hasil Penggalangan Dana LAZISNU Tingkat Kecamatan (Ru- piah)	132
4.2 Tabel Hasil Penggalangan Dana LAZISNU Tingkat Kecamatan (Kg)	133
4.3 Tabel Jumlah Korban Jiwa Bencana Banjir	134
4.4 Tabel Jumlah Bantuan yang Dibutuhkan	135
4.5 Tabel Jarak dari Daerah Sumber ke Daerah Tujuan (km)	137
4.6 Tabel Biaya Transportasi dari Daerah sumber ke Daerah Tujuan . .	139
4.7 Tabel Transportasi Distribusi Bantuan Korban Bencana Banjir . . .	144
4.8 Tabel Transportasi Distribusi Bantuan Korban Bencana Banjir de- ngan Tambahan Baris <i>dummy</i>	145
4.9 Tabel Masalah Transportasi Distribusi Bantuan Korban Bencana Banjir	146
4.10 Iterasi 1 Metode WAM	147
4.11 Iterasi 2 Metode WAM	148
4.12 Iterasi 3 Metode WAM	149
4.13 Iterasi 4 Metode WAM	150

4.14 Iterasi 5 Metode WAM	151
4.15 Iterasi 6 Metode WAM	152
4.16 Iterasi 7 Metode WAM	153
4.17 Iterasi 8 Metode WAM	154
4.18 Iterasi 9 Metode WAM	155
4.19 Iterasi 10 Metode WAM	156
4.20 Iterasi 11 Metode WAM	157
4.21 Iterasi 12 Metode WAM	158
4.22 Iterasi 13 Metode WAM	159
4.23 Iterasi 14 Metode WAM	160
4.24 Iterasi 15 Metode WAM	161
4.25 Iterasi 16 Metode WAM	162
4.26 Iterasi 17 Metode WAM	163
4.27 Iterasi 18 Metode WAM	164
4.28 Iterasi 19 Metode WAM	165
4.29 Iterasi 1 Metode WHM	168
4.30 Iterasi 2 Metode WHM	169
4.31 Iterasi 3 Metode WHM	170
4.32 Iterasi 4 Metode WHM	171
4.33 Iterasi 5 Metode WHM	172
4.34 Iterasi 6 Metode WHM	173
4.35 Iterasi 7 Metode WHM	174
4.36 Iterasi 8 Metode WHM	175
4.37 Iterasi 9 Metode WHM	176
4.38 Iterasi 10 Metode WHM	177
4.39 Iterasi 11 Metode WHM	178

4.40 Iterasi 12 Metode WHM	179
4.41 Iterasi 13 Metode WHM	180
4.42 Iterasi 14 Metode WHM	181
4.43 Iterasi 15 Metode WHM	182
4.44 Iterasi 16 Metode WHM	183
4.45 Iterasi 17 Metode WHM	184
4.46 Iterasi 18 Metode WHM	185
4.47 Iterasi 19 Metode WHM	186
4.48 Iterasi 1 Metode WGM	188
4.49 Iterasi 2 Metode WGM	189
4.50 Iterasi 3 Metode WGM	190
4.51 Iterasi 4 Metode WGM	191
4.52 Iterasi 5 Metode WGM	192
4.53 Iterasi 5 Metode WGM	193
4.54 Iterasi 6 Metode WGM	194
4.55 Iterasi 7 Metode WGM	195
4.56 Iterasi 8 Metode WGM	196
4.57 Iterasi 9 Metode WGM	197
4.58 Iterasi 10 Metode WGM	198
4.59 Iterasi 11 Metode WGM	199
4.60 Iterasi 12 Metode WGM	200
4.61 Iterasi 13 Metode WGM	201
4.62 Iterasi 14 Metode WGM	202
4.63 Iterasi 15 Metode WGM	203
4.64 Iterasi 16 Metode WGM	204
4.65 Iterasi 17 Metode WGM	205

4.66 Iterasi 18 Metode WGM	206
4.67 Iterasi 1 Metode WQM	208
4.68 Iterasi 2 Metode WQM	209
4.69 Iterasi 3 Metode WQM	210
4.70 Iterasi 4 Metode WQM	211
4.71 Iterasi 5 Metode WQM	212
4.72 Iterasi 6 Metode WQM	213
4.73 Iterasi 7 Metode WQM	214
4.74 Iterasi 8 Metode WQM	215
4.75 Iterasi 9 Metode WQM	216
4.76 Iterasi 10 Metode WQM	217
4.77 Iterasi 11 Metode WQM	218
4.78 Iterasi 12 Metode WQM	219
4.79 Iterasi 13 Metode WQM	220
4.80 Iterasi 14 Metode WQM	221
4.81 Iterasi 15 Metode WQM	222
4.82 Iterasi 16 Metode WQM	223
4.83 Iterasi 17 Metode WQM	224
4.84 Iterasi 18 Metode WQM	225
4.85 Iterasi 19 Metode WQM	226
4.86 Tabel Optimal Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM	228
4.87 Tabel U_i dan V_j	229
4.88 Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.87	230
4.89 Iterasi 1 Metode MODI	231
4.90 Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.89	232
4.91 Iterasi 2 Metode MODI	233

4.92	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.91	234
4.93	Iterasi 3 Metode MODI	235
4.94	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.93	236
4.95	Iterasi 4 Metode MODI	237
4.96	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.95	238
4.97	Iterasi 5 Metode MODI	239
4.98	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.97	240
4.99	Iterasi 6 Metode MODI	241
4.100	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.99	242
4.101	Iterasi 7 Metode MODI	243
4.102	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.101	244
4.103	Iterasi 8 Metode MODI	245
4.104	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.103	246
4.105	Iterasi 9 Metode MODI	247
4.106	Tabel Nilai Sel Kosong pada Tabel 4.105	248
4.107	Tabel Iterasi 1 Metode MFL	250
4.108	Tabel Iterasi 2 Metode MFL	251
4.109	Tabel Iterasi 3 Metode MFL	252
4.110	Tabel Iterasi 4 Metode MFL	253
4.111	Tabel Iterasi 5 Metode MFL	254
4.112	Tabel Iterasi 6 Metode MFL	255
4.113	Iterasi 7 Tabel Solusi Optimal	256
4.114	Tabel Hasil Penyelesaian Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir	257
4.115	Tabel Hasil Uji Optimal Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir	260

DAFTAR GAMBAR

1.1	Skema Penelitian	16
2.1	Gambar Jaringan Masalah Transportasi	31
3.1	<i>Flowchart</i> Metode WAM	51
3.2	<i>Flowchart</i> Metode WHM	57
3.3	<i>Flowchart</i> Metode WGM	62
3.4	<i>Flowchart</i> Metode WQM	67
3.5	<i>Flowchart</i> Metode MFL	109
1.1	Tabel Pendapatan Anggaran Dana	272
1.2	Tabel Jumlah Korban	272
2.1	Foto bersama Dr. Ahmad Abdul Qosim (Ketua NU Peduli Pati) . . .	273
2.2	Foto bersama Pengurus LAZISNU Pati	273

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMBANG

i	: $1, 2, 3, \dots, m$
j	: $1, 2, 3, \dots, n$
n	: Jumlah daerah sumber
m	: Jumlah tempat tujuan
s_i	: Jumlah <i>supply</i> pada sumber ke- i
d_j	: Jumlah permintaan pada tujuan ke- j
C_{ij}	: Biaya transportasi per unit dari sumber i menuju tujuan j
X_{ij}	: Jumlah barang / produk yang dialokasikan dari sumber i menuju tujuan j
$\min Z$	: Biaya alokasi minimum dari masalah transportasi
$\sum_{i=1}^m X_{ij}$	: Penjumlahan $X_{1j} + X_{2j} + X_{3j} + X_{4j} + \dots + X_{mj}$
$\sum_{j=1}^n X_{ij}$	: Penjumlahan $X_{i1} + X_{i2} + X_{i3} + X_{i4} + \dots + X_{in}$
Ed	: Efisiensi Distribusi
y_i	: Data ke- i
y_{i+1}	: Data ke $(i+1)$
w_i	: Bobot berupa bilangan asli yang diberikan pada setiap data y_i
e_w	: Nilai rata-rata aritmatika berbobot
$\sum_{i=1}^n w_i$	: Penjumlahan $w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n$

$\sum_{i=1}^n w_i y_i$	: Penjumlahan $w_1 y_1 + w_2 y_2 + w_3 y_3 + \dots + w_n y_n$
$\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{y_i}$	: Penjumlahan $\frac{w_1}{y_1} + \frac{w_2}{y_2} + \frac{w_3}{y_3} + \dots + \frac{w_n}{y_n}$
$\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i}$	: Penjumlahan $\frac{1}{y_1} + \frac{1}{y_2} + \frac{1}{y_3} + \dots + \frac{1}{y_n}$
e_G	: Nilai rata-rata geometri berbobot
$\prod_{i=1}^n (y_i)$	: Perkalian $y_1 \times y_2 \times y_3 \times \dots \times y_n$
$\prod_{i=1}^n (y_i)^{w_i}$	: Perkalian $y_1^{w_1} \times y_2^{w_2} \times y_3^{w_3} \times \dots \times y_n^{w_n}$
e_G	: Nilai rata-rata kuadrat berbobot
U_i	: Nilai baris ke- i
V_j	: Nilai kolom ke- j
S_i	: Hasil penjumlahan $U_i + V_j$
C_a	: Biaya angkut
C_{st}	: Biaya sewa truk
k	: Kapasitas truk
C_{BBM}	: Biaya BBM
s	: Jarak sumber bantuan ke kabupaten tujuan

INTISARI

PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE WAM, WHM, WGM, DAN WQM SERTA UJI PASCAOPTIMASI MENGGUNAKAN METODE MFL

**(Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korban Bencana Banjir oleh
LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)**

Oleh

Tsalits Wifqi Hidayati

20106010006

Lembaga Amil Zakat Infak Sedekah Nahdhlatul Ulama (LAZISNU) merupakan sebuah lembaga tingkat kabupaten yang berada di bawah himpunan Nahdhlatul Ulama (NU) yang berkhidmat menolong kesejahteraan serta kemandirian umat menggunakan dana Zakat, Infak, dan Sedekah (ZIS). Pada Bulan Februari 2024 LAZISNU Kabupaten Pati mengadakan penggalangan dana yang ditujukan kepada korban bencana banjir yang terjadi di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus. Empat belas LAZISNU tingkat kecamatan di Kabupaten Pati melaksanakan penggalangan dana untuk korban bencana banjir tersebut, dana yang terkumpul akan disalurkan ke tiga kabupaten yang terkena banjir. Jumlah bantuan yang terkumpul ternyata lebih sedikit dari jumlah bantuan yang dibutuhkan, sehingga dalam pendistribusian bantuan tersebut termasuk dalam permasalahan transportasi yang tidak seimbang. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi tersebut, di antaranya adalah metode WAM, WHM, WGM, dan WQM. Keempat metode tersebut mengaplikasikan metode statistika yaitu nilai rata-rata yang disertai bobot yang diberikan pada sel tiap baris dan kolom pada tabel masalah transportasi. Secara umum keempat metode tersebut memberikan solusi fisibel. Dalam penelitian ini solusi yang diperoleh akan diuji keoptimalannya lagi menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI) untuk mendapatkan solusi yang optimal. Sebuah solusi optimal dapat ditemukan solusi yang lebih optimal menggunakan metode *More For Less* (MFL), namun dengan

merubah total barang yang dikirimkan dari masing-masing sumber dan merubah total permintaan dengan tujuan biaya yang dikeluarkan dalam proses distribusi lebih minimum. Menggunakan metode WAM, WHM, WGM, dan WQM pada pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus diperoleh solusi optimal sebesar Rp. 2.332.863,983. Menggunakan metode MODI diperoleh solusi optimal sebesar Rp.2.326.847,2 dan menggunakan metode uji pascaoptimasi MFL diperoleh solusi optimal sebesar Rp.582.777,378.

Kata kunci : Masalah transportasi, Metode WAM, Metode WHM, Metode WGM, Metode WQM, Metode Uji Pascaoptimasi MFL



ABSTRACT

SOLVING TRANSPORTATION PROBLEM USING THE WAM, WHM, WGM, AND WQM METHOD AND POST-OPTIMIZATION TEST USING THE MFL METHOD

**(Case Study: Distribution of Aid to Flood Victims by LAZISNU in Pati
Regencie in Demak, Grobogan, and Kudus Regencies)**

By

Tsalits Wifqi Hidayati

20106010006

The Nahdlatul Ulama Zakat, Alms, and Charity Institution (LAZISNU) is a district-level institution under the Nahdlatul Ulama (NU) association that is dedicated to helping the welfare and independence of the people using Zakat, Alms, and Charity (ZIS) funds. In February 2024, LAZISNU Pati Regency held a fundraiser aimed at victims of the flood disaster that occurred in Demak, Grobogan, and Kudus Regencies. Fourteen LAZISNU sub-district levels in Pati Regency are raising funds for the victims of the flood disaster. The funds collected will be distributed to the three districts affected by the flood. The amount of aid collected turned out to be less than the amount of aid needed, so that the distribution of aid included unbalanced transportation problems. There are several methods that can be used to solve this transportation problem, including the WAM, WHM, WGM, and WQM methods. These four methods apply statistical methods, namely average values accompanied by weights given to the cells of each row and column in the transportation problem table. In general, these four methods provide feasible solutions. In this research, optimality will be tested again using the Modified Distribution (MODI) method to obtain the optimal solution. An optimal solution can be found that is more optimal using the More For Less (MFL) method, but by changing the total goods sent from each source and changing the total demand with the aim of minimizing costs incurred in the distribution process. Using the WAM, WHM, WGM, and WQM methods for distributing aid to flood victims in Demak, Grobogan, and

Kudus Regencies, an optimal solution for IDR was obtained. 2.332.863,983. Using the MODI method, the optimal solution was obtained at Rp. 2.326.847,2 and using the MFL post-optimization test method, the optimal solution was obtained at Rp. 582.777,378.

Keyword : Transportation problems, WAM Method, WHM Method, WGM Method, WQM Method, MFL Post-Optimization Test Method



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Transportasi merupakan salah satu bidang kegiatan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia, beberapa fungsi dari pentingnya transportasi adalah perpindahan penduduk dan pendistribusian barang dan jasa serta memper lancar hubungan pengangkutan dan interaksi antar desa, kota, wilayah, pulau bahkan negara. Firman Allah SWT Q.S. Yasin ayat 41-42 yang berbunyi:

وَآيَةٌ لَهُمْ أَنَّا حَمَلْنَا ذُرِّيَّتَهُمْ فِي الْفُلِّ الْمَشْحُونِ (٤١) وَخَلَقْنَا لَهُمْ مِنْ مِثْلِهِ مَا يَرْكَبُونَ (٤٢)

Artinya: *"Dan suatu tanda kebesaran Allah bagi mereka adalah bahwa kami angkut keturunan mereka dalam kapal yang penuh muatan, dan kami ciptakan juga untuk mereka angkutan lain seperti apa yang mereka kendarai"*

Dalam ayat tersebut Allah mengemukakan bahwa kapal yang berlayar di tengah samudra merupakan salah satu bukti kebesaran dan kekuasaan-Nya. Kapal itu mengangkut manusia dan barang-barang keperluannya dari suatu negeri ke negeri yang lain, baik yang berdekatan maupun yang berjauhan. Penggunaan alat-alat angkutan laut sebagai salah satu sarana perhubungan yang dimanfaatkan manusia untuk bergerak dan mengangkut barang telah dikenal sejak zaman dahulu kala, bahkan telah dikenal sejak zaman Nabi Nuh.

Pada ayat selanjutnya Allah mengingatkan kepada manusia atas bukti-bukti

kekuasaan-Nya yang lain. Allah memberikan kepada manusia bermacam-macam kendaraan selain perahu, bahtera, dan kapal, yaitu hewan-hewan yang dapat dijadikan kendaraan atau alat angkut untuk memungkinkan manusia dapat mengangkut orang dan barang-barang yang lebih banyak ke suatu tempat yang jauh. Dengan menggunakan akal yang dikaruniakan oleh Allah, manusia juga dapat membuat alat angkutan yang bergerak dengan tenaga mesin yang memakai bahan bakar berupa minyak bumi yang juga disediakan oleh Allah kepada manusia agar kendaraan bermesin tersebut dapat berjalan lebih cepat dan bermuatan lebih banyak.

Dalam kehidupan nyata transportasi menjadi salah satu faktor yang mempermudah mobilisasi manusia, sehingga transportasi memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Efisiensi biaya dalam transportasi juga menjadi faktor kunci karena dapat mempengaruhi keuangan individu maupun perusahaan serta mempengaruhi ekonomi secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengembangan transportasi yang efisien dan terjangkau menjadi prioritas untuk memastikan mobilitas yang lancar dan berkelanjutan sehingga masalah optimisasi dapat diaplikasikan dalam permasalahan tersebut.

LAZISNU merupakan lembaga di bawah himpunan Nahdlatul Ulama yang berkhidmat menolong kesejahteraan serta kemandirian umat menggunakan dana zakat, infaq, dan sedekah. LAZISNU sebagai lembaga filantropi mengutamakan kepercayaan para donatur dengan sistem pencatatan dan pendistribusiannya dilakukan secara tanggung jawab, transparan, terpercaya, dan profesional. LAZISNU memiliki salah satu program andalan yaitu *NU-Care* yang berfungsi menolong sesama bagi mereka yang membutuhkan bantuan seperti orang-orang yang terkena musibah, bencana alam, kematian, dan lain sebagainya. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-Baqarah ayat 195:

وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ وَأَحْسِنُوا إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : *"Dan berinfaqlah di jalan Allah, janganlah jerumuskan dirimu ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik"*

Dalam ayat tersebut Allah SWT memerintahkan orang-orang mukmin untuk membelanjakan harta kekayaannya untuk berjihad *fi sabilillah*. Maksudnya adalah sebagai muslim alangkah baiknya jika kita memanfaatkan harta kekayaan yang kita miliki untuk kegiatan yang dapat mendekatkan kita kepada Allah SWT seperti berinfaq, bersedekah, memberikan bantuan bagi yang membutuhkan dan lain sebagainya. Sebagai contoh pada kasus bencana alam banjir yang terjadi di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus pada Februari 2024, LAZISNU melaksanakan penggalangan dana yang ditujukan untuk korban bencana alam tersebut. Dalam pendistribusiannya diharapkan bantuan tersebut dapat terdistribusi dengan optimal dan tentunya biaya yang dikeluarkan guna mobilisasi dalam pendistribusian bantuan tersebut juga optimal.

Salah satu masalah optimisasi yang penting dalam matematika adalah masalah transportasi. Masalah transportasi adalah masalah dalam pendistribusian barang dari sejumlah sumber tertentu ke sejumlah tujuan. Masalah transportasi dalam kehidupan sehari-hari diaplikasikan oleh suatu perusahaan untuk mengatur sistem distribusi, penugasan, pekerjaan, dan transportasi. Seluruh kendala (sumber dan tujuan) dalam masalah transportasi memiliki jumlah yang sama dan memiliki fungsi objektif yang digunakan untuk meminimalkan biaya transportasi. Dalam penyelesaiannya diharapkan mendapatkan hasil yang optimal, sehingga dibutuhkan sebuah metode atau cara tertentu. Kumpulan metode atau cara untuk menyelesaikan masa-

lah disebut dengan riset operasi. Riset operasi merupakan metode untuk merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, sosial maupun bidang lainnya ke dalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi yang optimal.

Pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus termasuk salah satu contoh permasalahan transportasi yang dapat diselesaikan menggunakan berbagai macam metode. Di antara metode-metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah transportasi baik dalam pencarian solusi fisibel awal maupun solusi optimal adalah metode *Northwest Corner*, metode *Least Cost*, dan metode *Vogel Approximation* yang digunakan dalam pencarian solusi fisibel awal, sedangkan metode MODI (*Modified Distribution*) dan metode *Stepping Stone* adalah metode yang digunakan dalam pencarian solusi optimal.

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan khususnya matematika, tidak menutup kemungkinan muncul metode baru dalam menyelesaikan masalah transportasi. Tidak sedikit akademisi yang meneliti untuk mengusulkan metode baru dalam menyelesaikan masalah transportasi. M.M Gothi, R.G. Patel dan B.S. Patel matematikawan yang berasal dari Gujarat India mengeksplorasi metode baru untuk memecahkan masalah transportasi yaitu menggunakan konsep *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), Palaniviel M. dan Suganya M. juga memperkenalkan metode baru yang disebut *Weighted Harmonic Mean* (WHM), selain kedua metode tersebut juga terdapat metode baru yang disebut *Weighted Geometric Mean* (WGM) dan *Weighted Quadratic Mean* (WQM). Keempat metode tersebut merupakan metode yang mengaplikasikan metode statistika.

Menurut [Solikhin & Aziz, 2022] metode lama yang digunakan dalam menyelesaikan masalah transportasi cenderung memiliki langkah-langkah yang lebih

panjang karena harus menggunakan dua metode untuk mencari solusi fisibel awal dan solusi optimal, sedangkan penyelesaian masalah transportasi dengan menggunakan metode WAM, WHM, WGM, dan WQM dapat memberikan solusi fisibel pada umumnya. Akan tetapi, untuk beberapa kasus memberikan solusi optimal dengan menguji keoptimalannya menggunakan metode lain, sehingga perlu diuji keoptimalannya menggunakan metode MODI (*modified distribution*) atau metode *stepping stone*.

Sebuah solusi optimal mungkin ditemukan solusi yang lebih optimal lagi, harapan dari sebuah manajer perusahaan adalah dapat meminimumkan biaya yang dikeluarkan namun dengan total barang yang dikirimkan lebih banyak sehingga perlu ditentukan juga kapasitas gudang yang harus ditambah. Metode *More For Less* atau MFL merupakan metode uji pascaoptimasi yang dapat digunakan dalam mengatasi permasalahan tersebut, metode MFL dapat berguna bagi manajer dalam memutuskan kapasitas gudang atau pabrik mana yang harus ditingkatkan, dan pasar mana yang harus dicari. Pada penelitian ini metode MFL dapat diaplikasikan dalam penentuan jumlah bantuan yang terkumpul agar lebih optimal dan memadai, serta biaya yang dikeluarkan dalam pendistribusian juga semakin optimal.

Dari penjelasan-penjelasan yang telah disebutkan di atas maka peneliti ingin mengetahui lebih mendalam tentang metode-metode baru dalam mencari solusi fisibel awal maupun solusi optimal dan solusi pascaoptimal serta penerapannya dalam mengoptimalkan pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir oleh LAZIS-NU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus. Peneliti mengangkat judul "PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE WAM, WHM, WGM DAN WQM SERTA UJI PASCAOPTIMASI MENGGUNAKAN METODE MFL (Studi Kasus : Pendistribusian Bantuan Korb-

an Bencana Banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus)".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah penulis paparkan, agar penelitian terfokus pada permasalahan yang diangkat, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM)?
2. Bagaimana konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Harmonic Mean* (WHM)?
3. Bagaimana konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Geometric Mean* (WGM)?
4. Bagaimana konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Quadratic Mean* (WQM)?
5. Bagaimana konsep dan langkah-langkah dalam menentukan uji pascaoptimasi menggunakan metode *More For Less* (MFL)?
6. Bagaimana penerapan metode WAM, WHM, WGM, WQM, dan MFL dalam meminimumkan biaya transportasi pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah memiliki fungsi sebagai penjelas dan fokus dalam sebuah penelitian. Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah penulis paparkan, penulis menetapkan beberapa batasan masalah, diantaranya:

1. Jenis masalah transportasi yang digunakan adalah masalah transportasi seimbang dan masalah transportasi tidak seimbang
2. Metode uji optimasi yang digunakan adalah metode *Modified Distribution* (MODI)

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penulis dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM)
2. Mengkaji konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Harmonic Mean* (WHM)
3. Mengkaji konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Geometric Mean* (WGM)
4. Mengkaji konsep dan langkah-langkah dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Quadratic Mean* (WQM)
5. Mengkaji konsep dan langkah-langkah dalam menentukan uji pascaoptimasi menggunakan metode *More For Less* (MFL)
6. Menerapkan metode WAM, WHM, WGM, WQM, dan MFL dalam meminimumkan biaya transportasi pendistribusian bantuan untuk korban bencana

banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Setelah melakukan penelitian ini, peneliti berharap akan memperoleh pemahaman yang mendalam terkait penerapan dari teori yang dipelajari khususnya dalam bidang optimisasi masalah transportasi. Peneliti dapat mengaplikasikan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dan uji pascaoptimasi menggunakan metode *More For Less* (MFL) dalam pendistribusian bantuan untuk korban banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus. Peneliti dapat menerapkan keterampilan analitis dan kemampuan dalam menyelesaikan masalah menggunakan metode optimisasi tersebut.

2. Bagi Pembaca

Melalui penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan pembaca mengenai optimisasi pada masalah transportasi menggunakan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dan uji pascaoptimasi menggunakan metode *More For Less* (MFL) serta penerapannya sehingga dapat membantu mengatasi masalah dalam kehidupan nyata, selain itu pembaca mengetahui biaya minimum dan pengalokasian bantuan

secara merata dalam pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus. Pembaca yang menghadapi masalah serupa dapat menerapkan metode-metode optimisasi tersebut untuk mencari solusi yang efisien.

3. Bagi Penelitian selanjutnya

Penelitian ini menyediakan data empiris dan analisis mengenai metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dan uji pascaoptimasi menggunakan metode *More For Less* (MFL). Hal ini diharapkan mampu dijadikan sebagai landasan teoritis bagi penelitian selanjutnya. Melalui hasil dan diskusi yang disajikan dalam penelitian ini mengidentifikasi keterbatasan dan tantangan dalam penerapan metode yang digunakan. Hal ini dapat menjadi titik awal bagi peneliti selanjutnya untuk mengatasi dan memodifikasi metode yang ada untuk mendapatkan solusi yang lebih optimal dan efisien.

1.6. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini memiliki relevansi dengan beberapa sumber. Diantaranya adalah sumber berupa buku, skripsi, jurnal, artikel maupun tugas akhir. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan oleh M. Sathyavathy dan M. Shalini yang berjudul "*SOLVING TRANSPORTATION PROBLEM WITH FOUR DIFFERENT PROPOSED MEAN METHOD AND COMPARISON WITH EXISTING METHODS FOR OPTIMUM SOLUTION*" pada tahun 2019. Penelitian ini membahas tentang bagaimana mencari solusi optimum dari masalah transportasi

menggunakan 4 metode, yaitu metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), dan *Weighted Quadratic Mean* (WQM) serta membandingkannya dengan metode NCM, LCM, dan VAM. Hasil dari keempat metode tersebut menghasilkan solusi yang lebih optimum dari metode NWCM, LCM, dan VAM [Sathyavathy & Shalini, 2019].

2. Penelitian yang dilakukan oleh Mona M.Gothi, dkk. pada tahun 2021 yang berjudul "*A CONCEPT OF AN OPTIMAL SOLUTION OF THE TRANSPORTATION PROBLEM USING THE WEIGHTED ARITHMETIC MEAN*". Dalam penelitian ini membahas tentang metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM) menggunakan uji optimal *Stepping Stone* (SS). Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan metode NWCM, LCM, dan VAM. Solusi yang diperoleh dari metode WAM merupakan solusi optimal, kemudian hasil perhitungan pada data yang digunakan dilihat dan dibandingkan untuk mengetahui metode mana yang memperoleh solusi paling optimal [Gothi et al., 2021]
3. Jurnal yang berjudul *A NEW METHOD TO SOLVE TRANSPORTATION PROBLEM - HARMONIC MEAN APPROACH* yang ditulis oleh Palanivel M. dan Suganya M. Yang diterbitkan oleh *Engineering Technology Open Acces Journal* pada Agustus 2018. Pada jurnal ini membahas tentang algoritma metode *Weighted Harmonic Mean* (WHM). Kemudian hasil yang diperoleh dibandingkan dengan metode NWCM, *Matrix Minima Method*, dan VAM [Palanivel & Suganya, 2018].
4. Penelitian yang dilakukan oleh Evita Setya Utami, dkk. Yang berjudul "*MASALAH TRANSPORTASI FUZZY SEGITIGA SIMETRI DENGAN ME-*

TODE *WEIGHTED GEOMETRIC-HARMONIC MEAN*” pada tahun 2023. Penelitian ini membahas tentang *mean parameter ranking*, yaitu metode *Weighted Geometric Mean* dan *Weighted Harmonic Mean* pada masalah transportasi fuzzy dengan bilangan fuzzy segitiga simetri [Utami et al., 2023].

5. Penelitian yang dilakukan oleh Veena Adlakha, dkk. yang berjudul “*MORE-FOR-LESS ALGORITHM FOR FIXED-CHARGE TRANSPORTATION PROBLEMS*” pada tahun 2007. Penelitian ini membahas mengenai algoritma metode MFL, yaitu metode uji pascaoptimasi untuk mencari biaya yang lebih optimum. Biaya optimum yang dihasilkan lebih optimum, namun dengan meningkatkan kapasitas gudang dan mencari pasaran baru [Adlakha et al., 2007].

Tabel 1.1 Tabel Tinjauan Pustaka

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
M. Sathyavathy dan M. Shalini	<i>Solving Transportation Problem With Four Different Proposed Mean Method and Comparison</i>	Persamaan terletak pada metode yang digunakan yaitu menggunakan metode <i>Weighted Arithmetic Mean</i> (WAM), <i>Weighted Harmonic Mean</i> (WHM), <i>Weighted Geometric Mean</i> (WGM), dan <i>Weighted Quadratic Mean</i> (WQM). Sedangkan perbedaan terletak pada contoh kasus yang digunakan, pada jurnal hanya membahas masalah transportasi seimbang saja, sedangkan pada penelitian ini membahas contoh masalah transportasi seimbang dan tidak seimbang. Pada penelitian ini, setelah solusi optimal didapatkan kemudian di uji pascaoptimasi menggunakan metode <i>More For Less</i> (MFL) sedangkan pada jurnal cukup sampai pada solusi optimal saja.
Mona M. Gothi, Reena G. Patel, dan Bhavin S. Phatel	<i>A Concept Of an Optimal Solution of The Transportation Problem Using The Weighted Arithmetic Mean</i>	Persamaan terletak pada metode yang digunakan yaitu menggunakan metode <i>Weighted Arithmetic Mean</i> (WAM). Sedangkan perbedaan terletak pada contoh kasus yang digunakan, pada jurnal hanya membahas masalah

		transportasi seimbang saja, sedangkan pada penelitian ini membahas masalah transportasi seimbang dan tidak seimbang, selain itu perbedaan juga terletak pada metode pembandingan yang digunakan. Pada jurnal metode pembandingan yang digunakan adalah NWCM, LCM, VAM, dan MODI, sedangkan pada penelitian metode pembandingan yang digunakan adalah WAM, WHM, WGM, WQM dan MFL.
Palanivel M. dan Suganya M.	<i>A New Method to Solve Transportation Problem - Harmonic Mean Approach</i>	Persamaan terletak pada metode yang digunakan yaitu menggunakan metode <i>Weighted Harmonic Mean (WHM)</i>. Sedangkan perbedaan terletak pada contoh kasus yang digunakan. Pada jurnal hanya membahas masalah transportasi seimbang saja, sedangkan pada penelitian ini membahas masalah transportasi seimbang dan tidak seimbang. Perbedaan juga terletak pada metode pembandingan yang digunakan, pada jurnal metode pembandingan yang digunakan adalah metode NWCM, <i>Matrix Minima Method</i> dan

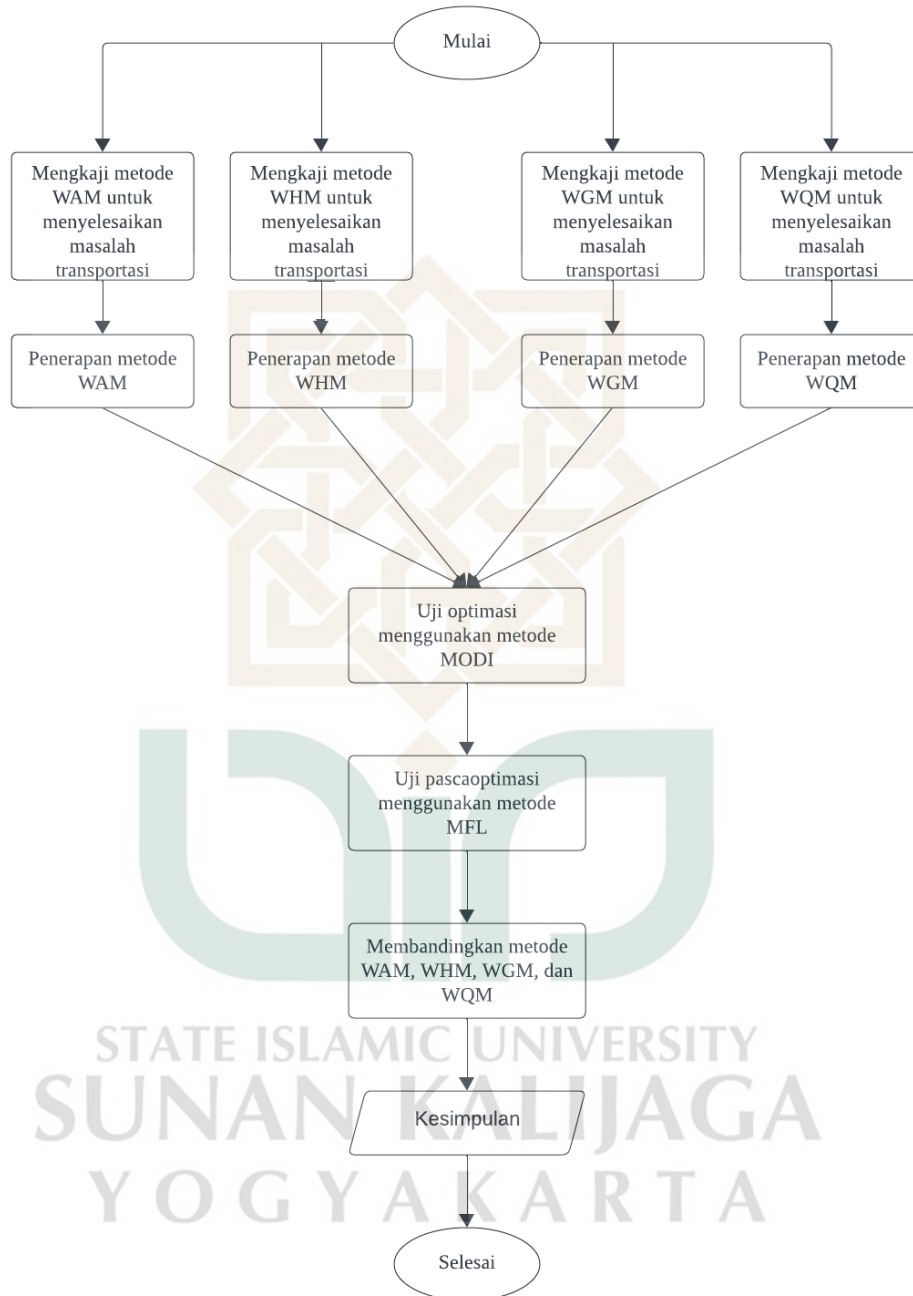
		metode VAM. Sedangkan pada penelitian ini metode pembanding yang digunakan adalah metode WAM, WGM, WHM, dan WQM.
Evita Setya Utami, Jathu Rianti, Afifah, Uswatun Khasanah, Zamrud Mahfur Abdillah, Solikhin, dan Bambang Irawanto	Masalah Transportasi Fuzzy Segitiga Simetri dengan Metode <i>Weighted Geometric - Harmonic Mean</i>	Persamaan terletak pada metode yang digunakan, namun pada jurnal hanya 2 metode yang digunakan yaitu metode <i>weighted Geometric Mean</i> dan <i>Weighted Harmonic Mean</i> sedangkan pada penelitian ini menggunakan 4 metode yaitu <i>Weighted Arithmetic Mean</i> (WAM), <i>Weighted Harmonic Mean</i> (WHM), <i>Weighted Geometric Mean</i> (WGM), dan <i>Weighted Quadratic Mean</i> (WQM). Perbedaan juga terletak pada masalah transportasi yang digunakan, pada jurnal menggunakan contoh masalah transportasi fuzzy segitiga simetri sedangkan pada penelitian menggunakan contoh masalah transportasi biasa.
Veena Adlakha, krzysztof Kowalski, R.R., Vemuganti dan	<i>More-for-less Algorithm for fixed Charge Transportation Problems</i>	Persamaan terletak pada metode uji pascaoptimasi yang digunakan yaitu menggunakan metode <i>More For Less</i> (MFL).

Benjamin Lev.		Sedangkan perbedaan terletak pada contoh kasus yang digunakan. Pada jurnal hanya membahas masalah transportasi seimbang saja, sedangkan pada penelitian ini membahas masalah transportasi seimbang dan tidak seimbang.
---------------	--	--

1.7. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kepustakaan atau studi pustaka, yaitu serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan dan pustaka, membaca, mencatat, serta mengolah bahan penelitian [Zed,2008]. Studi pustaka dapat dilakukan dengan cara mengamati, mempelajari, dan mengkaji hasil tulisan secara mendalam untuk memperoleh informasi melalui berbagai literatur, buku, jurnal, serta referensi lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti. Selain menggunakan studi pustaka penelitian ini menggunakan penelitian terapan (*applied research*) yaitu penelitian yang dilakukan secara terus-menerus pada suatu permasalahan guna keperluan tertentu, dengan hasil penelitian tidak harus merupakan penemuan yang baru namun merupakan aplikasi baru dari penelitian yang telah dibahas sebelumnya [Nazir,2011]. Metode penelitian terapan yang digunakan berupa pengaplikasian metode untuk menyelesaikan masalah transportasi dalam kehidupan nyata. Di bawah ini merupakan skema dari metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

Gambar 1.1 Skema Penelitian



Topik dari penelitian ini adalah riset operasi khususnya pada masalah transportasi yang terfokus pada pengkajian konsep, algoritma penyelesaian, dan penerapan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM),

Weighted Geometric Mean (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dan uji pascaoptimasi menggunakan metode *More For Less* (MFL) pada pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir oleh LAZISNU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah dilakukan melalui kajian sederhana terkait permasalahan yang sedang diteliti yaitu optimasi biaya distribusi pada masalah transportasi menggunakan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) sebagai solusi fisibel, metode MODI sebagai uji optimasi dan metode *More For Less* (MFL) sebagai uji pascaoptimasi untuk mendapatkan biaya pengiriman yang minimum.

2. Mencari dan mengumpulkan informasi berupa teori, data-data, dan literatur yang relevan dengan permasalahan yang sedang diteliti

3. Mengamati, mempelajari, dan mengkaji teori yang berhubungan dengan permasalahan pada penelitian.

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan informasi secara mendalam terkait teori-teori yang berhubungan dengan masalah penelitian yang akan diolah dan dianalisis pada saat pengolahan informasi. Penelitian ini membahas konsep, algoritma penyelesaian, dan penerapan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dan metode uji pascaoptimasi

More For Less (MFL) pada masalah transportasi.

4. Mencatat dan mengolah informasi yang telah diperoleh

Setelah informasi terkait permasalahan dalam penelitian diperoleh, kemudian informasi tersebut dicatat dan akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

5. Mengaplikasikan teori yang telah dikaji

Teori yang telah dikaji diaplikasikan pada permasalahan dalam kehidupan nyata dengan tujuan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dilakukan untuk menyatakan hasil tahapan analisis dan penelitian secara keseluruhan

1.8. Sistematika Penulisan

Penelitian yang baik adalah penelitian yang ditulis secara rinci dan sistematis. Sistematika penulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai isi tugas akhir secara keseluruhan serta untuk memudahkan pembaca dalam memahami penelitian ini dengan sederhana. Oleh sebab itu, penulis membagi sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu sebagai berikut:

1. Bagian awal, terdiri dari beberapa halaman yang berisi halaman judul, halaman persetujuan, halaman pengesahan, surat pernyataan keaslian, halaman persembahan, halaman motto, prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar lambang, intisari dan abstrak.

2. Bagian kedua terdiri dari 5 bab, yaitu sebagai berikut:

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

BAB II : Pada bab ini disajikan berbagai teori-teori yang dibutuhkan sebagai dasar pengetahuan dalam penelitian yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diteliti yaitu meliputi pengetahuan singkat mengenai riset operasi, pengetahuan tentang masalah transportasi, metode-metode yang digunakan untuk menentukan solusi layak basis awal, serta metode-metode yang digunakan untuk uji optimasi.

BAB III : Bab ini mengkaji mengenai konsep dan algoritma penyelesaian dalam menentukan solusi fisibel menggunakan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM) *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dalam mencari solusi fisibel dan metode MODI sebagai uji optimasi serta metode *More For Less* (MFL) sebagai uji pascaoptimasi pada masalah transportasi.

BAB IV : Bab ini mengkaji mengenai deskripsi kasus yang diteliti serta penerapan metode *Weighted Arithmetic Mean* (WAM), *Weighted Harmonic Mean* (WHM), *Weighted Geometric Mean* (WGM), *Weighted Quadratic Mean* (WQM) dalam mencari solusi fisibel dan metode MODI sebagai uji optimasi serta metode *More For Less* (MFL) sebagai uji pascaoptimasi pada pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir oleh LAZIS-NU Kabupaten Pati di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Ku-

dus.

BAB V : Pada bab ini memuat kesimpulan berdasarkan teori dan pembahasan yang telah dibahas pada bab sebelumnya guna menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian, serta saran atas kekurangan dalam penelitian yang diberikan oleh penulis, dan penutup.

3. Bagian akhir, berisi daftar pustaka yang digunakan sebagai rujukan serta acuan bagi penulis, lampiran-lampiran, dan daftar riwayat hidup.

BAB V

PENUTUP

Bab penutup ini akan diberikan kesimpulan dan saran-saran yang dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, kesimpulan yang dapat diambil penulis setelah menyelesaikan pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Metode WAM, WHM, WGM, dan WQM hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi seimbang, jika masalah transportasi tidak seimbang maka harus diseimbangkan terlebih dahulu dengan menambahkan baris/kolom *dummy*.
2. Penyelesaian masalah transportasi menggunakan metode WAM, WHM, WGM, dan WQM secara umum memberikan solusi fisibel, akan tetapi pada beberapa kasus memberikan solusi optimal dengan menguji keoptimalannya menggunakan metode lain.
3. Metode MFL merupakan metode yang dapat digunakan untuk mencari solusi yang lebih optimal namun dengan mengubah kapasitas pabrik dan pasar, agar dapat mengirimkan barang dengan jumlah yang lebih banyak serta biaya yang dikeluarkan lebih sedikit.
4. Pada Kasus di kehidupan nyata metode MFL dapat diaplikasikan dalam ma-

salah transportasi tidak seimbang dengan kondisi jumlah persediaan lebih banyak daripada jumlah permintaan.

5. Dengan menggunakan metode WAM, WHM, WGM, dan WQM pada distribusi bantuan untuk korban bencana banjir di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus diperoleh solusi optimum sebesar Rp.2.332.863,983.
6. Menggunakan metode Uji Optimasi *Modified Distribution* diperoleh hasil yang lebih optimal yaitu sebesar Rp. 2.326.847,4,.
7. Selisih nilai yang dihasilkan antara metode WAM, WHM, WGM, WQM dan MODI adalah Rp.6.016,783.
8. Menggunakan metode Uji Pascaoptimasi *More For Less* (MFL) diperoleh hasil yang lebih optimal lagi yaitu sebesar Rp.582.777,378 namun dengan merubah total persediaan bantuan dan kebutuhan bantuan.
9. Menggunakan metode MFL total kekurangan bantuan yang dibutuhkan menjadi lebih banyak, sehingga metode ini kurang cocok jika diaplikasikan dalam masalah transportasi pendistribusian bantuan untuk korban bencana banjir di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Kudus.

5.2. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan metode baru yang lebih sederhana dan memiliki iterasi yang sedikit namun memberikan hasil yang optimal dengan tanpa menguji keoptimalannya lagi menggunakan metode lain.

2. Memodifikasi atau mengembangkan algoritma untuk menemukan solusi *More For Less* yang lebih sederhana dan mudah dipahami.
3. Mengembangkan metode uji optimasi baru.
4. Membandingkan hasil Penelitian dengan kondisi yang terjadi di lapangan.
5. Membuat program yang menerapkan metode langsung agar perhitungan lebih valid dan mempermudah dalam menemukan solusi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlakha, V. & Kowalski, K. (2001). A heuristic method for 'more-for-less' in distribution-related problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(1):61–71.
- Adlakha, V., Kowalski, K., Vemuganti, R., & Lev, B. (2007). More-for-less algorithm for fixed-charge transportation problems. *Omega*, 35(1):116–127.
- Affandi, P. (2019). Buku ajar riset operasi.
- Arsham, H. (1992). Postoptimality analyses of the transportation problem. *Journal of the Operational Research Society*, 43:121–139.
- Asmara, T., Rahmawati, M., Aprilla, M., Harahap, E., & Darmawan, D. (2018). Strategi pembelajaran pemrograman linier menggunakan metode grafik dan simpleks. *Teknologi Pembelajaran*, 3(1).
- Asriyani, D. (2022). *Peran Sedekah Untuk Membangun Ketenangan Hati (Studi Kasus Orang yang melakukan Sedekah di NU-Care Lazisnu Pati)*. PhD thesis, IAIN KUDUS.
- Carter, M., Price, C. C., & Rabadi, G. (2018). *Operations research: a practical introduction*. Crc Press.
- Febriansah, R. E. & Prasajo, B. H. (2018). Buku ajar riset dan operasi. *Umsida Press*, pages 1–107.

- Firdaus, I. C., Wijoyo, A., & Prasetyo, S. M. (2023). Pengoptimalan distribusi barang menggunakan metode north west corner nwc dan stepping stone berbasis web. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 1(4):1006–1018.
- Gothi, M. M., Patel, R. G., & Patel, B. S. (2021). A concept of an optimal solution of the transportation problem using the weighted arithmetic mean. *Adv. Math. Sci. J*, 10(3):1707–1720.
- Heizer, J. & Barry, R. (2005). Manajemen operasi, terjemahan dwianoegrahwati setyoningsih dan idra almahdy, buku satu. *Edisi Ketujuh. Jakarta: Penerbit Salemba Empat*.
- Husniati, N., Judiarni, J. A., & Adhimursandi, D. (2017). Analisis assignment problem berdasarkan penilaian kinerja karyawan menggunakan metode hungarian (hungarian method) dan pohon keputusan (decision tree). *JURNAL MANAJEMEN*, 9(1):48–54.
- Jatmiko, U. (2022). *Buku Ajar Operation Research*. Penerbit NEM.
- Meflinda, A. et al. (2011). Operations research (riset operasi).
- Nazir, M. (2011). Metode penelitian, cetakan ke tujuh. *Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia*.
- Palanivel, M. & Suganya, M. (2018). A new method to solve transportation problem-harmonic mean approach. *Engineering Technology Open Access Journal*, 2(3):1–3.
- Pesta Gultom, M., Manik, D. E. M., Dedy Lazawardi, S., Nainggolan, S. G. V., Simarmata, A. M., et al. (2022). *Pengantar Riset Operasi*. Cipta Media Nusantara.

- Ramakrishnan, C. (1988). An improvement to goyal's modified vam for the unbalanced transportation problem. *Journal of the Operational Research Society*, 39(6):609–610.
- Sathyavathy, M. & Shalini, M. (2019). Solving transportation problem with four different proposed mean method and comparison with existing methods for optimum solution. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1362, page 012088. IOP Publishing.
- Schulze, M. (1998). Linear programming for optimization. perceptive scientific instruments. Inc. Wilmington, United State.
- Setyabudi, E., Herlambang, B. A., & Anam, A. K. (2024). Sistem informasi geografis potensi genangan banjir di demak. *Jurnal Administrasi Negara*, 2(1):35–42.
- Solikhin, S. & Aziz, A. (2022). Metode mean parameter ranking-weighted arithmetic mean pada masalah transportasi fuzzy segitiga simetri. In *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika dan Matematika*, volume 6.
- Swastha, B. & Handoko, T. H. (2002). Manajemen pemasaran. *Edisi Kedua. Cetakan Kedelapan. Jakarta: Penerbit Liberty.*
- Taha, H. A. (1998). Operations research: an introduction. *Journal of Manufacturing Systems*, 1(17):78.
- Taha, H. A. (2013). *Operations research: an introduction*. Pearson Education India.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit ITB.
- Utami, E. S., Rianti, J., Afiffah, A., Khasanah, U., Abdillah, Z. M., Solikhin, S., & Irawanto, B. (2023). Masalah transportasi fuzzy segitiga simetri dengan metode

weighted geometric-harmonic mean. In *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika dan Matematika*, volume 8.

Yamit, Z. (2003). *Manajemen kuantitatif untuk bisnis (operations research)*. Yogyakarta: BPFE.

Zed, M. (2008). *Metode penelitian kepustakaan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

