

OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN *DIRECT SUM METHOD* DAN *AVERAGE OPPORTUNITY COST METHOD*
(Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Matematika

oleh:

ADELA NOVITA
11950421053



UIN SUSKA RIAU

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2023

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN *DIRECT SUM METHOD* DAN *AVERAGE OPPORTUNITY COST METHOD* (Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logistic-CI Shopee)

TUGAS AKHIR

oleh:

ADELA NOVITA
11950421053

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Januari 2023

Ketua Program Studi

Wartono, S.Si., M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003

Pembimbing

Sri Basriati, S.Si., M.Sc.
NIP. 19790216 200710 2 001

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN *DIRECT SUM METHOD* DAN *AVERAGE OPPORTUNITY COST METHOD* (Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee)

TUGAS AKHIR

oleh:

ADELA NOVITA
11950421053

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 13 Januari 2023

Pekanbaru, 13 Januari 2023
Mengesahkan

Ketua Program Studi

Wartono, S.Si., M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003



Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

DEWAN PENGUJI

- Ketua** : Aprijon, S.Si., M.Ed.
- Sekretaris** : Sri Basriati, S.Si., M.Sc.
- Anggota I** : Nilwan Andiraja, S.Pd., M.Sc.
- Anggota II** : Elfira Safitri, S.Si., M.Mat.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Adela Novita
NIM : 11950421053
Tempat / Tgl. Lahir : Pulau Birandang / 28 November 2000
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Studi : Matematika
Judul Tugas Akhir : Optimasi Biaya Distribusi Menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* (Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logistick-CI Shopee)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi saya ini, saya menyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 13 Januari 2023

Yang membuat pernyataan



ADELA NOVITA
11950421053

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Pengadaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 13 Januari 2023
Yang membuat pernyataan,

ADELA NOVITA
11950421053

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN

"Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(Q. S Al-Baqarah: 286)

Alhamdulillahirabbil'alamin

Duji syukur atas nikmat iman, nikmat islam dan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini yang telah diberikan oleh Allah SWT. Shalawat dan salam dihadiahkan untuk suri tauladan terbaik sepanjang zaman yang begitu mencintai umatnya yakni Nabi Muhammad SAW.

Karya sederhana ini kupersembahkan untuk orang-orang yang ku sayangi.

***** Ayah dan Ibu *****

Terimakasih untuk ibu yang telah memberikan doa terbaik, berjuang untuk membiayai kuliahku, memotivasiku agar bisa menyelesaikan studiku dan sampai ketitik yang sekarang. Terimakasih untuk alm. Ayahku walau kita telah berbeda alam tapi nasehat dan amanah yang telah diberikan kepadaku membuatku selalu kuat menghadapi ujian yang Allah berikan.

***** Kakak & Adik - adikku *****

Terimakasih untuk kakakku yang selalu menyemangatkan untuk menyelesaikan kuliahku dan senantiasa mengingatkanku baik itu tentang urusan dunia maupun akhiratku. Terimakasih telah memotivasiku untuk menjadi lebih baik, dan terimakasih untuk adik- adikku yang telah menjadi penyemangatkan sehingga aku bisa menyelesaikan kuliah ku. Semoga kelak kita berlima bisa menjadi kebahagiaan orangtua dan mengembalikan citra keluarga jauh lebih baik dari sebelumnya.

***** Dosen Pembimbingku *****

Terima kasih kuucapkan kepada Ibu Sri Sasriati, M. Sc selaku pembimbing Tugas Akhir ku yang tidak bosan-bosannya membimbing, memberikan motivasi, meluangkan waktu dan memberikan ilmu kepadaku.

***** Teman-teman *****

Terima kasih untuk Kingdom Family, Civi-civi (Amalya, Fidia, Lisa dan Putri) dan teman-teman seperbimbinganku yang telah sudah berbagi warna kehidupan kepadaku yang selalu saling menguatkan dan mengingatkan dalam setiap keadaan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN *DIRECT SUM METHOD* DAN *AVERAGE OPPORTUNITY COST METHOD*
(Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee)**

**ADELA NOVITA
NIM: 11950421053**

Tanggal Sidang : 13 Januari 2023
Tanggal Wisuda : 2023

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Salah satu kegiatan suatu perusahaan yang erat kaitannya dengan meminimalkan suatu biaya adalah proses pendistribusian. Distribusi merupakan salah satu aspek penting bagi suatu perusahaan karena manajemen distribusi yang baik akan mempengaruhi biaya distribusi. PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee belum tentu melakukan pendistribusian yang baik sehingga akan dilakukan pendistribusian yang optimal dengan menerapkan model transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan biaya pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee dengan menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* dengan uji optimal menggunakan MODI. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee sudah melakukan pendistribusian paket yang sudah optimal dengan biaya pendistribusian minimum sebesar Rp44.272.000.

Kata kunci: *Average Opportunity Cost Method*, *Direct Sum Method*, Model Transportasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Sultan Syarif Kasim Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

***DISTRIBUTION COST OPTIMIZATION USING DIRECT SUM METHOD AND AVERAGE OPPORTUNITY COST METHODS
(Case Study: PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee)***

**ADELA NOVITA
NIM: 11950421053**

*Date of Final Exam : 13th January 2023
Date of Graduation : 2023*

*Department of Mathematic
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

One of the activities of a company that is closely related to minimizing a cost is the distribution process. Distribution is an important aspect for a company because good distribution management will affect distribution costs. PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee may not necessarily make good distribution so optimal distribution will be carried out by implementing a transportation model. This study aims to minimize package distribution costs at PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee using the Direct Sum Method and Average Opportunity Cost Method with optimal testing using MODI. Based on the research results, it was found that the distribution of packages at PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee has distributed optimal packages with a minimum distribution fee of Rp44,272,000.

Keywords: *Average Opportunity Cost Method, Direct Sum Method, Transportation Model.*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Optimasi Biaya Distribusi Menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method*”. Shalawat beserta salam senantiasa kita hadiahkan untuk Nabi Besar Muhammad SAW, semoga dengan senantiasa bershalawat kepada beliau kita mendapatkan syafa’atnya di akhirat nanti.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, peneliti banyak mendapat bimbingan, arahan, masukan serta nasehat dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan setulus hati peneliti mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Wartono, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Nilwan Andiraja, S.Pd., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Sri Basriati, S.Si., M.Sc., selaku Pembimbing penulisan Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan dengan sabar selama peneliti menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Nilwan Andiraja, S.Pd., M.Sc., dan Ibu Elfira Safitri, M.Mat., selaku Penguji yang telah memberikan kritik dan saran pada Tugas Akhir ini.
7. Bapak Zukrianto, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bantuan, dukungan beserta motivasi kepada peneliti.
8. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



9. Kepada keluarga besarku terutama orang tua, kakak dan adik- adik yang selalu memotivasi agar peneliti cepat menyelesaikan perkuliahan ini.
10. Seluruh teman- teman Matematika Angkatan 2019, kakak- kakak senior dan adik- adik tingkat yang telah memberikan semangat kepada peneliti selama di bangku perkuliahan.
11. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan kepada peneliti menjadi amal kebaikan dan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Peneliti menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan. Untuk itu, peneliti mengharapkan kritikan dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Peneliti ucapkan terima kasih, semoga dengan adanya laporan kerja praktek ini bermanfaat bagi kita semua *aamiin*.

Pekanbaru, 13 Januari 2023

ADELA NOVITA
11950421053

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Model Transportasi.....	5
2.2 <i>Direct Sum Method (DSM)</i>	6
2.3 <i>Average Opportunity Cost Method (AOCM)</i>	7
2.4 <i>Modified Distribution (MODI)</i>	8
BAB III METODE PENELITIAN	30
BAB IV PEMBAHASAN	32
4.1 Pendistribusian Paket pada PT. Kamadjaja Logistic- Shopee	32
4.2 Penyelesaian Model Transportasi Pendistribusian Paket pada PT. Kamadjaja Logistic Cl- Shopee.....	34

- Hak Cipta Ditanggung Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3 Penyelesaian Solusi Layak Awal menggunakan <i>Direct Sum Method</i> (DSM).....	35
4.4 Penyelesaian Solusi Layak Awal menggunakan <i>Average Opportunity Cost Method</i> (AOCM)	40
4.5 Penyelesaian Solusi Optimal menggunakan <i>Modified Distribution Method</i> (MODI).....	45
4.6 Analisa DSM dan AOCM	50
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Model Transportasi	5
Tabel 2.2	Data Persediaan dan Permintaan Telur Ayam pada bulan Januari 2021	9
Tabel 2.3	Data Pendistribusian Telur Ayam	10
Tabel 2.4	Data Awal Transportasi menggunakan DSM	11
Tabel 2.5	Iterasi 1 menggunakan DSM.....	12
Tabel 2.6	Iterasi 2 menggunakan DSM.....	12
Tabel 2.7	Iterasi 3 menggunakan DSM.....	13
Tabel 2.8	Iterasi 4 menggunakan DSM.....	14
Tabel 2.9	Iterasi 5 menggunakan DSM.....	14
Tabel 2.10	Solusi Layak Awal dengan DSM.....	14
Tabel 2.11	Data Awal Transportasi menggunakan AOCM	15
Tabel 2.12	Pengurangan Baris dan Pengurangan Kolom menggunakan AOCM.....	16
Tabel 2.13	Transportasi Baru AOCM	17
Tabel 2.14	Iterasi 1 menggunakan AOCM	17
Tabel 2.15	Iterasi 2 menggunakan AOCM	18
Tabel 2.16	Iterasi 3 menggunakan AOCM	19
Tabel 2.17	Iterasi 4 menggunakan AOCM	20
Tabel 2.18	Solusi Layak Awal menggunakan AOCM.....	20
Tabel 2.19	Hasil Akhir Menggunakan AOCM	21
Tabel 2.20	Data Transportasi menggunakan Solusi Layak Awal DSM	22
Tabel 2.21	Lintasan Tertutup Iterasi I menggunakan DSM.....	24
Tabel 2.22	Hasil Data Transportasi Iterasi I menggunakan DSM	24
Tabel 2.23	Hasil Optimal Metode MODI menggunakan DSM	26
Tabel 2.24	Data Transportasi menggunakan Hasil Akhir AOCM	27
Tabel 2.25	Hasil Optimal Metode MODI menggunakan AOCM.....	29
Tabel 2.26	Perbandingan Hasil dari Metode DSM dan AOCM.....	29
Tabel 4.1	Data Permintaan Paket pada PT. Kamadjaja Logistic- Cl Shopee	32

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.2	Data Jasa Kirim Paket pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	33
Tabel 4.3	Data Biaya Distribusi Paket pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	33
Tabel 4.4	Pendistribusian Paket pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	34
Tabel 4.5	Iterasi 1 menggunakan DSM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	37
Tabel 4.6	Iterasi 2 menggunakan DSM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	37
Tabel 4.7	Iterasi 3 menggunakan DSM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	38
Tabel 4.8	Iterasi 4 menggunakan DSM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	39
Tabel 4.9	Solusi Layak Awal menggunakan DSM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	39
Tabel 4.10	Pengurangan Baris dan Pengurangan Kolom menggunakan AOCM.....	41
Tabel 4.11	Transportasi Baru AOCM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	42
Tabel 4.12	Iterasi 1 menggunakan AOCM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	43
Tabel 4.13	Solusi Layak Awal menggunakan AOCM.....	44
Tabel 4.14	Hasil Akhir menggunakan AOCM pada PT. Kamadjaja Logisticc- Cl Shopee	44
Tabel 4.15	Hasil Pendsitribusia menggunakan DSM.....	50
Tabel 4.16	Hasil Pendistribusian menggunakan AOCM	50
Tabel 4.17	Perbandingan Hasil dari Metode DSM dan AOCM.....	51

DAFTAR SIMBOL

- Z : Biaya total transportasi;
 a_i : Banyaknya barang yang tersedia di tempat asal i ;
 b_j : Banyaknya permintaan barang di tempat tujuan j ;
 c_{ij} : Biaya alokasi barang perunit yang dialokasikan dari i ke j ;
 x_{ij} : Jumlah barang yang harus dialokasikan dari i ke j ;
 u_i : Nilai setiap sel pada baris;
 v_j : Nilai setiap sel pada kolom.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kegiatan suatu perusahaan yang erat kaitannya dengan meminimalkan suatu biaya adalah proses pendistribusian. Distribusi merupakan salah satu aspek penting bagi suatu perusahaan karena manajemen distribusi yang baik akan mempengaruhi biaya distribusi [1]. PT. Kamdjaja Logistic-CI shopee merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *e-commerce* dan memiliki dukungan *logistic* untuk pendistribusian paket. Pendistribusian paket pada PT. Kamadजा Logistic-CI Shopee belum tentu menerapkan pendsitribusian yang baik sehingga akan dilakukan pendekatan dengan model transportasi.

Model transportasi memiliki dua tahap awal penyelesaian yang harus dilakukan, yang pertama adalah menentukan solusi layak awal dan yang kedua adalah menentukan solusi optimalnya [2]. *Direct Sum Method* (DSM) dan *Average Opportunity Cost Method* (AOCM) merupakan metode yang digunakan dalam penyelesaian model transportasi untuk menentukan solusi layak awal. Kemudian, untuk solusi optimal dalam model transportasi terdapat dua metode penyelesaian yaitu Metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution* (MODI) [3].

Penelitian mengenai *Direct Sum Method* pernah dilakukan oleh [4] yang membahas tentang penyelesaian masalah transportasi. Membandingkan *Direct Sum Method* dan *New Heuristic Method* dilakukan dalam penelitian ini dengan uji optimalisasi menggunakan Metode *Stepping Stone* yang menghasilkan bahwa *Direct Sum Method* memiliki hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan *New Heuristic Method*. Hal ini dikarenakan hasil solusi layak awal yang lebih optimal pada *Direct Sum Method* daripada *New Heuristic Method*. Penelitian lainnya mengenai *Direct Sum Method* pernah dilakukan oleh [5] yang membandingkan empat metode dengan dua contoh kasus masalah transportasi, yaitu NWCM, LCM, VAM dan DSM. Hasil perbandingan keempat metode dalam penelitian ini menunjukkan bahwa DSM memiliki solusi layak awal yang lebih baik dari tiga



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

metode lainnya, hal ini berdasarkan pada solusi layak awal DSM pada kedua contoh kasus masalah transportasi yang digunakan lebih minimum daripada tiga metode lainnya.

Penelitian terdahulu mengenai *Average Opportunity Cost Method* dilakukan oleh [6]. AOCM dibandingkan dengan NWCM, LCM dan VAM dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa AOCM lebih efektif dari metode lainnya, setelah diuji optimalisasinya menggunakan Metode *Modified Distribution* solusi layak awal dari metode ini sangat mendekati solusi optimal atau sama dengan solusi optimal.

Berdasarkan penelitian oleh [4], [5] dan [6], peneliti tertarik untuk membandingkan dua metode yang nilai solusi layak awalnya mendekati solusi optimal yaitu *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* ke dalam satu penelitian Tugas Akhir yang diberi judul “**Optimasi Biaya Distribusi Menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* (Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee)**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang menimbulkan rumusan masalah yang menjadi inti dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana solusi layak awal untuk pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method*?
2. Bagaimana hasil optimalisasi pendistribusian paket oleh PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee menggunakan Metode *Modified Distribution*?

1.3 Batasan Masalah

Supaya memperjelas pada penelitian ini agar mudah dipahami, maka dilakukan pemfokusan pada batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data dari PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee yang meliputi data biaya distribusi dari empat sumber (jasa kirim) yakni Indopak, J&T, JTR dan JNE serta lima daerah tujuan pendistribusian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yakni Jambi, Kepulauan Riau, Riau, Lampung dan Sumatera Utara, jumlah persediaan dan jumlah permintaannya.

2. Data yang digunakan adalah data seimbang.
3. Uji optimalisasi yang digunakan adalah Metode *Modified Distribution*.
4. Analisis perbandingan yang digunakan dalam metode ini berdasarkan hasil dari solusi optimal.

1.4 Tujuan Penelitian

Penjelasan rumusan masalah dalam penelitian ini melahirkan tujuan penelitian, yaitu:

1. Mendapatkan solusi layak awal untuk pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logistic-CI Shopee dengan menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* untuk masalah transportasi.
2. Mendapatkan solusi optimal dari pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logistic-CI Shopee menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* dengan uji optimal Metode *Modified Distribution*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu, membantu perusahaan untuk menemukan alternatif dalam pendistribusian barang dengan total biaya distribusi yang seminimal mungkin. Selain itu terselesaikannya masalah biaya transportasi pada suatu perusahaan merupakan manfaat lain dari penelitian ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini mencakup ke dalam lima bab, yakni:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjabarkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori dan metode yang digunakan untuk penulisan penelitian. Adapun teori dan metode tersebut yaitu, Model Transportasi, *Direct Sum Method*, *Average Opportunity Cost Method* dan Metode *Modified Distribution*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan langkah-langkah dalam mencari solusi awal hingga mendapatkan hasil optimal, yang dimulai dari analisis data sampai mendapatkan kesimpulan.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisa dan pembahasan tentang optimasi pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logisticc-CI Shopee dengan biaya yang minimum menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapat dari seluruh bab pada tugas akhir ini yang disertai dengan saran sebagai hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Model Transportasi

Model Transportasi (*Transportation*) merupakan bagian dari topik program linier yang secara khusus membahas mengenai alokasi dari beberapa sumber ke beberapa tujuan agar biaya distribusi minimum [7]. Terdapat dua jenis permasalahan dalam transportasi, yaitu transportasi seimbang dan transportasi tak seimbang. Jika jumlah persediaan pada tempat asal i sama dengan jumlah permintaan pada tempat tujuan j , maka transportasi dikatakan seimbang. Sedangkan transportasi dikatakan tak seimbang jika sebaliknya [8]. Menambahkan baris/kolom *dummy* merupakan cara untuk menyelesaikan permasalahan transportasi yang tak seimbang agar menjadi transportasi yang seimbang [9] atau dengan kata lain: [10]

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \tag{2.1}$$

Secara umum, model dalam permasalahan transportasi digambarkan dalam suatu tabel yang menunjukkan sisi persediaan dan sisi permintaan, kapasitas persediaan dan jumlah permintaan serta biaya transportasi dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan [11] yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Model Transportasi

Sumber	Tujuan				Persediaan
	T_1	T_2	...	T_n	
S_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
S_2	...	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
Permintaan	b_1	b_2	...	b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan Tabel 2.1, permasalahan transportasi tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (2.2)$$

Fungsi kendala:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i ; \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j ; \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

Keterangan:

- Z : Biaya total transportasi;
- a_i : Banyaknya barang yang tersedia di tempat asal i ;
- b_j : Banyaknya permintaan barang di tempat tujuan j ;
- c_{ij} : Biaya alokasi barang perunit yang dialokasikan dari i ke j ;
- x_{ij} : Jumlah barang yang harus dialokasikan dari i ke j .

2.2 Direct Sum Method (DSM)

Salah satu metode baru untuk menentukan solusi layak awal adalah *Direct Sum Method* yang mengidentifikasi biaya jumlah langsung (*direct sum*) terbesar. Adapun langkah- langkah penyelesaian untuk mencari solusi layak awal suatu masalah transportasi dari *Direct Sum Method* yang berdasarkan pada penelitian [4] sebagai berikut:

- a. Membuat tabel masalah transportasi yang seimbang. Jika data masalah transportasi tidak seimbang maka ditambahkan baris atau kolom *dummy* sehingga menjadi tabel masalah transportasi yang seimbang.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Menghitung biaya jumlah langsung dari setiap baris dan kolom dimana biaya jumlah langsung tersebut merupakan jumlah dari biaya transportasi dari setiap sumber ke berbagai tujuan begitupun sebaliknya.
- c. Menetapkan baris atau kolom yang mempunyai biaya jumlah langsung terbesar dan jika ada yang sama pilih salah satu.
- d. Memilih sel dengan biaya transportasi terkecil pada baris atau kolom yang sudah ditetapkan. Apabila ada sel yang sama, pilih salah satu dengan memperhatikan permintaan atau persediaannya yang minimum kemudian alokasikan permintaan atau persediaan seminimum mungkin.
- e. Memilih kembali sel dengan biaya transportasi terkecil di baris atau kolom yang telah ditetapkan, alokasikan persediaan atau permintaan seminimum mungkin sehingga terpenuhi pengalokasian pada baris atau kolom yang telah ditetapkan. Apabila suda terpenuhi, maka tidak perlu memilih sel dengan biaya transportasi terkecil kembali.
- f. Mengulangi Langkah c sampai Langkah e sehingga semua permintaan dan persediaan terpenuhi.
- g. Menghitung biaya minimum total.

2.3 *Average Opportunity Cost Method (AOCM)*

Menurut penelitian [6], AOCM atau metode biaya peluang rata-rata adalah suatu metode transportasi bertujuan mencari solusi layak awal dengan mencari nilai rata-rata penalti terbesar untuk setiap baris dan kolom. Adapun langkah-langkah penyelesaian dengan menggunakan Metode AOCM sebagai berikut:

- a. Mengurangi setiap elemen biaya dengan elemen biaya terkecil dari setiap baris tabel transportasi dan tempatkan di kanan atas elemen biaya tersebut.
 - b. Mengurangi setiap elemen biaya dengan elemen biaya terkecil dari setiap kolom tabel transportasi dan tempatkan di kanan bawah elemen biaya tersebut.
- Membuat tabel transportasi baru yang elemen biayanya merupakan nilai rata-rata dari elemen biaya kanan atas dan kanan bawah pada Langkah a dan Langkah b.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- d. Menentukan penalti baris dan kolom dengan menghitung selisih antara elemen biaya terkecil ke dua dengan elemen biaya terkecil pertama pada baris dan kolom tabel transportasi.
- e. Menetapkan penalti terbesar dari baris atau kolom, apabila ada yang sama besar, maka pilih penalti yang persediaan atau permintaannya yang terbesar. Kemudian, alokasikan persediaan atau permintaan ke sel yang memiliki biaya terkecil pada baris atau kolom yang sudah ditetapkan.
- f. Mengulangi Langkah d sampai Langkah f hingga terpenuhi semua kapasitas persediaan dan permintaan.
- g. Memasukan nilai-nilai yang sudah di alokasikan pada sel yang bersesuaian ke dalam tabel transportasi yang asli.
- h. Menghitung biaya minimum total dari tabel transportasi.

2.4 Modified Distribution (MODI)

Setelah solusi layak awal didapatkan, maka selanjutnya akan dicari solusi optimal menggunakan Metode *Modified Distribution* (MODI). Metode *Modified Distribution* (MODI) merupakan pengembangan dari Metode *stepping stone* berdasarkan teori dualitas [12]. Dalam Metode MODI terdapat persamaan untuk menghitung variabel basis dan variabel non basis secara efisien sebagai berikut [10]:

$$u_i + v_j = c_{ij} \quad (2.5)$$

$$x_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j \quad (2.6)$$

Keterangan:

- u_i : Nilai setiap sel pada baris ke- i ;
 v_j : Nilai setiap sel pada kolom ke- j ;
 c_{ij} : Biaya distribusi barang per unit dari sumber i ke tujuan j ;
 x_{ij} : Jumlah barang yang harus dialokasikan dari sumber i ke tujuan j .

Adapun langkah-langkah penyelesaian menggunakan Metode MODI sebagai berikut [11]:

- a. Membuat tabel transportasi dari solusi layak awal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Menghitung nilai u_i dan v_j untuk semua variabel basis dengan menggunakan Persamaan (2.5).
- c. Menghitung perubahan biaya x_{ij} untuk setiap variabel non basis dengan menggunakan Persamaan (2.6) dan memisalkan nilai $u_i = 0$.
- d. Solusi layak awal yang sudah didapatkan sebelumnya sudah optimal apabila pada hasil perhitungan x_{ij} sudah bernilai positif. Jika pada hasil perhitungan x_{ij} bernilai negatif, maka untuk *entering variable* pilih x_{ij} yang bernilai negatif terbesar. Buat lintasan tertutup yang melewati variabel basis dan beri tanda (+) pada *entering variable* selanjutnya tanda (-) dan selanjutnya pada lintasan tertutup. Kemudian pilih x_{ij} yang paling minimum sebagai *leaving variable* lalu alokasikan pada setiap sel yang dilalui lintasan tertutup berdasarkan tanda (+) dan (-).
- e. Mengulangi Langkah b sampai d hingga semua x_{ij} bernilai positif atau 0.

Contoh Kasus [13]:

Toko Ayam Sehat.com mendistribusikan telur ayam ke 3 pasar terdekat yakni Pasar Ciroyom, Pasar Caringin dan Pasar Antri. Biaya pendistribusian dari gudang ke pasar tergantung dengan jarak yang ditempuh. Data permintaan dan penawaran Toko Ayam Sehat.com pada bulan Januari 2021 serta biaya pendistribusian dari setiap gudang penyimpanan ke pasar dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Data Persediaan dan Permintaan Telur Ayam pada bulan Januari 2021

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	Pasar Ciroyom (1) Rp/ butir	Pasar Caringin (2) Rp/ butir	Pasar Antri (3) Rp/ butir	
Cimahi (A)	15	20	10	6.500
Batujajar (B)	25	25	15	4.500
Lagadar (C)	20	15	10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Tentukan banyak telur ayam (butir) yang harus didistribusikan dari setiap gudang ke setiap tujuan pada bulan Januari 2021 agar total biaya transportasi minimum?

Penyelesaian:

Berdasarkan dari Contoh 2.1, permasalahan transportasi dapat dibuatkan tabel transportasi sebagai berikut:

Tabel 2.3 Data Pendistribusian Telur Ayam

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	Pasar Ciroyom (1)	Pasar Caringin (2)	Pasar Antri (3)	
Cimahi (A)	x_{11} 15	x_{12} 20	x_{13} 10	6.500
Batujajar (B)	x_{21} 25	x_{22} 25	x_{23} 15	4.500
Lagadar (C)	x_{31} 20	x_{32} 15	x_{33} 10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Keterangan:

x_{ij} : Jumlah telur ayam yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j . Dimana $i = A, B, C$ dan $j = 1, 2, 3$.

Berdasarkan Tabel 2.3, akan dibentuk model transportasi berikut ini:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Minimum } Z = 15x_{11} + 20x_{12} + 10x_{13} + 25x_{21} + 25x_{22} + 15x_{23} + 20x_{31} + 15x_{32} + 10x_{33}$$

Fungsi Kendala:

Persediaan: $x_{11} + x_{12} + x_{13} = 6.500;$

$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 4.500;$

$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 4.000.$

Permintaan: $x_{11} + x_{21} + x_{31} = 7.000;$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 5.000;$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 3.000.$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

Penyelesaian menggunakan *Direct Sum Method* (DSM)

Berdasarkan Tabel 2.3, dapat dibuat tabel awal transportasi yang sesuai dengan penyelesaian menggunakan Metode DSM sebagai berikut:

Langkah 1: Membuat tabel masalah transportasi yang seimbang.

Tabel 2.4 Data Awal Transportasi menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	15 x_{11}	20 x_{12}	10 x_{13}	6.500
B	25 x_{21}	25 x_{22}	15 x_{23}	4.500
C	20 x_{31}	15 x_{32}	10 x_{33}	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 2: Menghitung biaya jumlah langsung dari setiap baris dan kolom.

Baris A: $15 + 20 + 10 = 45$; Kolom 1: $15 + 25 + 20 = 60$;

Baris B; $25 + 25 + 15 = 65$; Kolom 2: $20 + 25 + 15 = 60$;

Baris C: $20 + 15 + 10 = 45$; Kolom 3: $10 + 15 + 10 = 35$.

Langkah 3: Menetapkan baris atau kolom dengan biaya jumlah langsung terbesar. Berdasarkan perhitungan pada Langkah 2, biaya langsung terbesar berada pada baris B yaitu sebesar 65.

Langkah 4: Memilih sel dengan biaya terkecil pada baris yang sudah ditetapkan kemudian mengalokasikan persediaan atau permintaan seminimum mungkin. Sel biaya terkecil pada baris B adalah sel $c_{23} = 15$, dengan $\min(3.000; 4.500) = 3.000$ yang akan dialokasikan pada sel x_{23} . Dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.5 Iterasi 1 menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	15	20	10	6.500
B	25	25	15	4.500
C	20	15	10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

□ : sel biaya terkecil
 ■ : baris dengan biaya langsung terbesar

Langkah 5: Memilih kembali sel dengan biaya terkecil pada baris yang telah ditetapkan kemudian alokasikan persediaan atau permintaan. Apabila sudah terpenuhi, maka tidak perlu lagi memilih sel dengan biaya terkecil kembali. Jika terdapat dua sel biaya terkecil yang sama, maka pilih sel biaya dengan permintaan atau persediaan yang minimum. Berdasarkan Tabel 2.5, pengalokasian persediaan pada baris B belum terpenuhi sehingga dipilih sel biaya terkecil kembali yaitu sel biaya $c_{22} = 25$, dengan $\min((4.500 - 3.000); 5.000) = 1.500$ yang akan dialokasikan pada sel x_{22} . Berikut pengalokasian yang dapat dilihat pada Tabel 2.6:

Tabel 2.6 Iterasi 2 menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan
	1	2	3	
A	15	20	10	6.500
B	25	25	15	4.500
C	20	15	10	4.000
Permintaan	7.000	5.000	3.000	15.000

□ : sel biaya terkecil
 ■ : baris dengan biaya langsung terbesar

Langkah 6: Mengulangi Langkah 3 sampai 5 sehingga semua permintaan dan persediaan terpenuhi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah 3: Menetapkan baris atau kolom dengan biaya jumlah langsung terbesar. Berdasarkan perhitungan pada Langkah 2, biaya langsung terbesar kedua berada pada kolom 1 dan 2 yaitu sebesar 60. Karena terdapat dua biaya langsung terbesar kedua yang sama maka pilih salah satu. Dipilih kolom dengan biaya langsung terbesar yaitu kolom 1 = 60.

Langkah 4: Memilih sel dengan biaya terkecil pada kolom yang sudah ditetapkan kemudian mengalokasikan persediaan atau permintaan semimumimum mungkin. Sel biaya terkecil pada kolom 1 adalah sel $c_{11} = 15$, dengan $\min(7.000; 6.500) = 6.500$ yang akan dialokasikan pada sel x_{11} . Dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7 Iterasi 3 menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan
	1	2	3	
A	6.500	20	10	6.500
B	25	25	15	4.500
C	20	15	10	4.000
Permintaan	7.000	5.000	3.000	15.000

 : sel biaya terkecil
 : kolom dengan biaya langsung terbesar

Langkah 5: Memilih kembali sel dengan biaya terkecil pada kolom yang telah ditetapkan kemudian alokasikan persediaan atau permintaan. Apabila sudah terpenuhi, maka tidak perlu lagi memilih sel dengan biaya terkecil kembali. Berdasarkan Tabel 2.7, pengalokasian persediaan atau permintaan pada kolom 2 belum terpenuhi sehingga dipilih sel biaya terkecil kembali yaitu sel biaya $c_{31} = 20$, dengan $\min((7.000 - 6.500); 4.000) = 500$ yang akan dialokasikan pada sel x_{31} . Berikut pengalokasian yang dapat dilihat pada Tabel 2.8:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.8 Iterasi 4 menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan
	1	2	3	
A	6.500	20	10	6.500
B	–	25	15	4.500
C	500	15	10	4.000
Permintaan	7.000	5.000	3.000	15.000

: sel biaya terkecil
 : kolom dengan biaya langsung terbesar

Berdasarkan Tabel 2.8 masih ada sel yang belum terpenuhi yaitu sel x_{32} sehingga akan dilaokasikan $\min(4.000 - 500); (5.000 - 1.500) = 3.500$ pada sel x_{32} yang dapat dilihat pengalokasiannya pada Tabel 2.9 berikut:

Tabel 2.9 Iterasi 5 menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan
	1	2	3	
A	6.500	20	10	6.500
B	–	25	15	4.500
C	500	3.500	10	4.000
Permintaan	7.000	5.000	3.000	15.000

Berdasarkan Tabel 2.9 pengalokasian permintaan dan persediaan sudah terpenuhi, sehingga dapat dibuatkan tabel solusi layak awal dari DSM sebagai berikut:

Tabel 2.10 Solusi Layak Awal dengan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	Pasar Ciroyom (1)	Pasar Caringin (2)	Pasar Antri (3)	
Cimahi (A)	6.500	20	10	6.500
Batujajar (B)	–	25	15	4.500
Lagadar (C)	500	3.500	10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah 7: Menghitung biaya minimum total.

Berdasarkan Tabel 2.10 dapat diperhitungkan total biaya transportasi minimum menggunakan DSM menggunakan Persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimum } Z &= 15(6.500) + 25(1.500) + 15(3.000) + 20(500) \\ &\quad + 15(3.500) \\ &= 242.500. \end{aligned}$$

Jadi, diperoleh solusi layak awal menggunakan Metode DSM sebesar Rp242.500 untuk pendistribusian telur ayam sebanyak 6.500 butir dari Cimahi ke Pasar Ciroyom, sebanyak 1.500 butir dari Batujajar ke Pasar Caringin, sebanyak 3.000 butir dari Batujajar ke Pasar Antri, sebanyak 500 butir dari Lagadar ke Pasar Ciroyomi dan sebanyak 3.500 butir dari Lagadar ke Pasar Caringin.

2. Penyelesaian menggunakan *Average Opportunity Cost Method* (AOCM)

Berdasarkan Tabel 2.3, dapat dibuat tabel awal transportasi menggunakan AOCM sebagai berikut:

Tabel 2.11 Data Awal Transportasi menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	15	20	10	6.500
B	25	25	15	4.500
C	20	15	10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 1: Mengurangi setiap elemen biaya dengan elemen biaya terkecil dari setiap baris tabel transportasi dan ditempatkan di kanan atas elemen biaya tersebut. Pada Tabel 2.8 baris A elemen biaya terkecil adalah 10, maka setiap elemen pada baris A dikurangkan dengan 10, sehingga nilai masing-masingnya pada Baris A adalah 5, 10 dan 0. Begitu seterusnya untuk baris B dan baris C.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah 2: Mengurangi setiap elemen biaya dengan elemen biaya terkecil dari setiap kolom tabel transportasi dan ditempatkan di kanan bawah elemen biaya tersebut. Pada Tabel 2.11 kolom 1 elemen biaya terkecil adalah 15, maka setiap elemen pada kolom 1 dikurangkan dengan 15, sehingga nilai masing-masingnya pada kolom 1 adalah 0, 10 dan 5. Begitu seterusnya untuk kolom 2 dan kolom 3. Pengurangan elemen biaya pada Langkah 1 dan Langkah 2 dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut:

Tabel 2.12 Pengurangan Baris dan Pengurangan Kolom menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan
	51	2	3	
A	15 5 0	20 10 5	10 0 0	6.500
B	25 10 10	25 10 10	15 0 5	4.500
C	20 10 5	15 5 0	10 0 0	4.000
Permintaan	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 3: Membuat tabel transportasi baru yang elemen biayanya merupakan nilai rata-rata dari elemen biaya kanan atas dan kanan bawah pada Langkah 1 dan Langkah 2. Berikut perhitungan nilai rata-rata dari elemen biaya pada Langkah 1 dan Langkah 2:

$$\begin{aligned}
 c_{11} &= \frac{5+0}{2} = 2,5; & c_{12} &= \frac{10+5}{2} = 7,5; \\
 c_{13} &= \frac{0+0}{2} = 0; & c_{21} &= \frac{10+10}{2} = 10; \\
 c_{22} &= \frac{10+10}{2} = 10; & c_{23} &= \frac{0+5}{2} = 2,5; \\
 c_{31} &= \frac{10+5}{2} = 7,5; & c_{32} &= \frac{5+0}{2} = 2,5; \\
 c_{33} &= \frac{0+0}{2} = 0.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai rata-rata dari elemen biaya pada Langkah 1 dan Langkah 2, dapat dibuatkan tabel transportasi baru AOCM berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.13 Transportasi Baru AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	x_{11} 2,5	x_{12} 7,5	x_{13} 0	6.500
B	x_{21} 10	x_{22} 10	x_{23} 2,5	4.500
C	x_{31} 7,5	x_{32} 2,5	x_{33} 0	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 4: Menentukan penalti baris dan kolom dengan menghitung selisih antara elemen biaya terkecil kedua dengan elemen biaya terkecil pertama pada baris dan kolom pada tabel transportasi.

Penalti Baris:

Baris A: $2,5 - 0 = 2,5$;

Baris B: $10 - 2,5 = 7,5$;

Baris C: $2,5 - 0 = 2,5$.

Penalti Kolom:

Kolom 1: $7,5 - 2,5 = 5$;

Kolom 2: $7,5 - 2,5 = 5$;

Kolom 3: $2,5 - 0 = 2,5$.

Langkah 5: Menetapkan penalti terbesar dari baris atau kolom, apabila ada yang sama besar, maka pilih penalti yang persediaan atau permintaanya terbesar. Kemudian alokasikan persediaan atau permintaan ke sel yang memiliki biaya terkecil pada baris atau kolom yang sudah ditetapkan. Penalty terbesar terletak pada baris B dengan sel biaya terkecil yaitu sel $c_{23} = 2,5$ dengan pengalokasian $\min(3.000; 4.500) = 3.000$ pada sel x_{23} yang dapat dilihat pada Tabel 2.14 berikut:

Tabel 2.14 Iterasi 1 menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	2,5	7,5	0	6.500
B	10	10	3.000 2,5	4.500
C	7,5	2,5	0	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

 : sel biaya terkecil

 : baris dengan penalti terbesar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah 6: Mengulangi Langkah 4 sampai Langkah 6 hingga terpenuhi semua kapasitas persediaan dan permintaan.

Langkah 4: Menentukan penalti baris dan kolom dengan menghitung selisih antara elemen biaya terkecil kedua dengan elemen biaya terkecil pertama pada baris dan kolom pada tabel transportasi.

Penalti Baris:

Baris A: $7,5 - 2,5 = 5$;

Baris B: $10 - 10 = 0$;

Baris C: $7,5 - 2,5 = 5$.

Penalti Kolom:

Kolom 1: $7,5 - 2,5 = 5$;

Kolom 2: $7,5 - 2,5 = 5$.

Langkah 5: Menetapkan penalti terbesar dari baris atau kolom, apabila ada yang sama besar, maka pilih penalti yang persediaan atau permintaanya terbesar. Kemudian alokasikan persediaan atau permintaan ke sel yang memiliki biaya terkecil pada baris atau kolom yang sudah ditetapkan. Berdasarkan perhitungan pada Langkah 4, terdapat empat penalti yang sama besar sehingga dipilih penalti yang memiliki permintaan atau persediaan terbesar yaitu penalti terbesar pada kolom 1 dengan sel biaya terkecil yaitu sel $c_{11} = 2,5$ dengan pengalokasian $\min(6.500; 7.000) = 6.500$ pada sel x_{11} yang dapat dilihat pada Tabel 2.15 berikut:

Tabel 2.15 Iterasi 2 menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	6.500	7,5	0	6.500
B	10	10	2,5	4.500
C	7,5	2,5	0	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

 : sel biaya terkecil
 : kolom dengan penalti terbesar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah 6: Mengulangi Langkah 4 sampai Langkah 6 hingga terpenuhi semua kapasitas persediaan dan permintaan.

Langkah 4: Menentukan penalti baris dan kolom dengan menghitung selisih antara elemen biaya terkecil kedua dengan elemen biaya terkecil pertama pada baris dan kolom pada tabel transportasi.

Penalti Baris:

Baris B: $10 - 10 = 0$;

Baris C: $7,5 - 2,5 = 5$.

Penalti Kolom:

Kolom 1: $10 - 7,5 = 2,5$;

Kolom 2: $10 - 2,5 = 7,5$.

Langkah 5: Menetapkan penalti terbesar dari baris atau kolom, apabila ada yang sama besar, maka pilih penalti yang persediaan atau permintaanya terbesar. Kemudian alokasikan persediaan atau permintaan ke sel yang memiliki biaya terkecil pada baris atau kolom yang sudah ditetapkan. Berdasarkan perhitungan pada Langkah 4 penalti terbesar terletak pada kolom 2 dengan sel biaya terkecil yaitu sel $c_{32} = 2,5$ dengan pengalokasian $\min(4.000; 5.000) = 4.000$ pada sel x_{32} yang dapat dilihat pada Tabel 2.16 berikut:

Tabel 2.16 Iterasi 3 menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	6.500	2,5 7,5	0	6.500
B	10	10	2,5	4.500
C	7,5	4.000 2,5	0	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

 : sel biaya terkecil

 : kolom dengan penalti terbesar

Berdasarkan Tabel 2.16, terdapat sel yang belum terpenuhi yaitu sel x_{21} dan x_{22} sehingga akan diulangi kembali Langkah 4 sampai 6. Setelah melakukan pengulangan Langkah 4 sampai 6, diperoleh dua penalti terbesar sehingga

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dipilih penalti yang nilai permintaan dan persediaannya yang terbesar yaitu penalti pada kolom 2 dengan sel biaya yaitu sel $c_{22} = 10$. Kemudian dilakukan pengalokasian $\min((4.500 - 3.000); (5.000 - 4.000)) = 1.000$ pada sel x_{22} dapat dilihat pengalokasinya pada Tabel 2.17 berikut:

Tabel 2.17 Iterasi 4 menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)	
	1	2	3		
A	6.500	2,5	7,5	0	6.500
B		10	10	2,5	4.500
C	-	7,5	2,5	0	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000		15.000

- : sel biaya terkecil
- : kolom dengan penalti terbesar

Berdasarkan Tabel 2.17, masih terdapat sel yang belum terpenuhi sehingga akan dialokasikan $\min((4.500 - 3.000 - 1.000); (7.000 - 6.500)) = 500$ pada sel x_{21} agar pengalokasian dapat terpenuhi semua dan diperoleh solusi layak awalnya. Adapun pengalokasiannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.18 Solusi Layak Awal menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)	
	1	2	3		
A	6.500	2,5	7,5	0	6.500
B	500	10	10	2,5	4.500
C	-	7,5	2,5	0	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000		15.000

Langkah 7: Memasukan nilai-nilai yang sudah dialokasikan pada sel yang bersesuaian ke dalam tabel transportasi asli. Berdasarkan Tabel 2.18, pengalokasian sudah terpenuhi semua sehingga nilai-nilai yang sudah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dialokasikan akan dimasukkan kembali ke dalam tabel transportasi asli. Adapun hasil akhir dari Metode AOCM dapat dilihat pada Tabel 2.19 berikut:

Tabel 2.19 Hasil Akhir Menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	Pasar Ciroyom (1)	Pasar Caringin (2)	Pasar Antri (3)	
Cimahi (A)	6.500	-	-	6.500
Batujajar (B)	500	1.000	3.000	4.500
Lagadar (C)	-	4.000	-	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 8: Menghitung biaya minimum total dari tabel transportasi.

Berdasarkan Tabel 2.19 dapat diperhitungkan total biaya transportasi minimum menggunakan AOCM menggunakan Persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimum } Z &= 15(6.500) + 25(500) + 25(1.000) + 15(3.000) \\ &\quad + 15(400) \\ &= 240.000. \end{aligned}$$

Jadi, diperoleh solusi layak awal menggunakan AOCM sebesar Rp240.000 untuk pendistribusian telur ayam sebanyak 6.500 butir dari Cimahi ke Pasar Ciroyom, sebanyak 500 butir dari Batujajar ke Pasar Ciroyom, sebanyak 1.000 butir dari Batujajar ke Pasar Caringin, sebanyak 3.000 butir dari Batujajar ke Pasar Antri dan sebanyak 4.000 butir dari Lagadar ke Pasar Caringin.

3. Penyelesaian Solusi Optimalisasi menggunakan Metode *Modified Distribution* (MODI)

Sebelum melakukan pengujian optimalisasi menggunakan MODI, harus dipastikan terlebih dahulu bahwa model transportasi yang akan diuji tidak terdapat degenerasi dan redundansi. Degenerasi adalah sel yang terisi kurang dari syarat dan redundansi adalah sel yang terisi lebih dari syarat.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun syarat yang harus dipenuhi dari Metode MODI ini yaitu banyaknya variabel basis harus sama dengan banyak baris ditambah dengan banyak kolom dikurang satu [14] atau dengan kata lain variabel basis harus sama dengan $(m + n - 1)$, $m = \text{baris}$ dan $n = \text{kolom}$ [15].

a. Optimalisasi menggunakan solusi layak awal *Direct Sum Method* (DSM)

Berikut tahapan optimalisasi solusi layak awal DSM menggunakan MODI:

Langkah 1: Membuat tabel awal transportasi berdasarkan solusi layak awal menggunakan Metode DSM berikut:

Tabel 2.20 Data Transportasi menggunakan Solusi Layak Awal DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	15 6.500	20 -	10 -	6.500
B	25 -	25 1.500	15 3.000	4.500
C	20 500	15 3.500	10 -	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 2: Menghitung nilai u_i dan v_j untuk setiap sel pada baris dan sel pada kolom dengan menggunakan Persamaan (2.5) untuk semua variabel basis. Diketahui dari Tabel 2.14 variabel basis yaitu: $x_{11}, x_{22}, x_{23}, x_{31}$ dan x_{32} .

dengan,

$$u_1 = A; \quad v_1 = 1;$$

$$u_2 = B; \quad v_2 = 2;$$

$$u_3 = C; \quad v_3 = 3.$$

Adapun perhitungan dengan menggunakan rumus $u_i + v_j = c_{ij}$ sebagai berikut:

Misalkan $u_1 = 0$, maka:

$$u_1 + v_1 = c_{11};$$

$$0 + v_1 = 15;$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$v_1 = 15;$$

$$u_2 + v_2 = c_{22};$$

$$u_2 + 10 = 25;$$

$$u_2 = 15;$$

$$u_2 + v_3 = c_{23};$$

$$15 + v_3 = 15;$$

$$v_3 = 0;$$

$$u_3 + v_1 = c_{31};$$

$$u_3 + 15 = 20;$$

$$u_3 = 5.$$

$$u_3 + v_2 = c_{32};$$

$$5 + v_2 = 15;$$

$$v_2 = 10.$$

Langkah 3: Menghitung perubahan biaya x_{ij} untuk setiap variabel non basis dengan menggunakan Persamaan (2.6). Diketahui dari Tabel 2.20 variabel non basis yaitu: x_{12}, x_{13}, x_{21} dan x_{33} . Adapun perhitungan perubahan biaya dengan menggunakan rumus $x_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$ sebagai berikut:

$$x_{12} = c_{12} - u_1 - v_2 = 20 - 0 - 10 = 10;$$

$$x_{13} = c_{13} - u_1 - v_3 = 10 - 0 - 0 = 10;$$

$$x_{21} = c_{21} - u_2 - v_1 = 25 - 15 - 15 = -5;$$

$$x_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 10 - 5 - 0 = 5.$$

Langkah 4: Solusi layak awal yang sudah didapatkan sebelumnya sudah optimal apabila pada hasil perhitungan x_{ij} sudah bernilai positif. Jika pada hasil perhitungan x_{ij} bernilai negatif, maka untuk *entering variable* pilih x_{ij} yang bernilai negatif terbesar. Buat lintasan tertutup yang melewati

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

variabel basis dan beri tanda (+) pada *entering variable* selanjutnya tanda (-) dan selanjutnya pada lintasan tertutup. Kemudian pilih x_{ij} yang paling minimum sebagai *leaving variable* lalu alokasikan pada setiap sel yang dilalui lintasan tertutup berdasarkan tanda (+) dan (-).

Berdasarkan perhitungan pada Langkah 3 masih terdapat x_{ij} yang bernilai negatif yaitu -5 pada sel x_{21} . Selanjutnya akan dibuatkan lintasan tertutup yang dapat dilihat pada Tabel 2.21 berikut:

Tabel 2.21 Lintasan Tertutup Iterasi I menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)		
	1	2	3			
A	6.500	15	20	10	6.500	
B	+	25	-	25	15	4.500
C	-	20	+	15	10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000		15.000	

Note: The table includes a closed loop diagram with arrows and values: 1.500 between B2 and C2, 3.000 between B3 and C3, and 500 between C1 and B1.

Dapat dilihat pada Tabel 2.21, diperoleh nilai minimum yang dilewati lintasan tertutup yaitu $x_{31} = 500$. Berdasarkan tanda (+, -) alokasikan nilai x_{12} terhadap sel yang dilewati lintasan tertutup yaitu, $x_{21}(+500) \rightarrow x_{22}(-500) \rightarrow x_{32}(+500) \rightarrow x_{31}(-500)$. Hasil alokasi nilai x_{31} terhadap sel yang dilewati lintasan tertutup dapat dilihat pada Tabel 2.22 berikut:

Tabel 2.22 Hasil Data Transportasi Iterasi I menggunakan DSM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)	
	1	2	3		
A	6.500	15	20	10	6.500
B	500	25	25	15	4.500
C	-	20	15	10	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000		15.000

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah 5: Mengulangi Langkah 2 sampai Langkah 4 hingga semua x_{ij} bernilai positif atau 0.

Langkah 2: Menghitung nilai u_i dan v_j untuk setiap sel pada baris dan sel pada kolom dengan menggunakan Persamaan (2.5) untuk semua variabel basis. Diketahui dari Tabel 2.22 variabel basis yaitu: $x_{11}, x_{21}, x_{22}, x_{23}$, dan x_{32} . Dengan:

$$\begin{aligned} u_1 &= A; & v_1 &= 1; \\ u_2 &= B; & v_2 &= 2; \\ u_3 &= C; & v_3 &= 3. \end{aligned}$$

Adapun perhitungan dengan menggunakan rumus $u_i + v_j = c_{ij}$ sebagai berikut:

Misalkan $u_1 = 0$, maka:

$$\begin{aligned} u_1 + v_1 &= c_{11}; & u_2 + v_1 &= c_{21}; \\ 0 + v_1 &= 15; & u_2 + 15 &= 25; \\ v_1 &= 15; & u_2 &= 10; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_2 + v_2 &= c_{22}; & u_2 + v_3 &= c_{23}; \\ 10 + v_2 &= 25; & 10 + v_3 &= 15; \\ v_2 &= 15; & v_3 &= 5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_3 + v_2 &= c_{32}; \\ u_3 + 15 &= 15; \\ u_3 &= 0. \end{aligned}$$

Langkah 3: Menghitung perubahan biaya x_{ij} untuk setiap variabel non basis dengan menggunakan Persamaan (2.6). Diketahui dari Tabel 2.22 variabel non basis yaitu: x_{12}, x_{13}, x_{31} dan x_{33} . Adapun perhitungan perubahan biaya dengan menggunakan rumus $x_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$ sebagai berikut:

$$x_{12} = c_{12} - u_1 - v_2 = 20 - 0 - 15 = 5;$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$x_{13} = c_{13} - u_1 - v_3 = 10 - 0 - 5 = 5;$$

$$x_{31} = c_{31} - u_3 - v_1 = 20 - 0 - 15 = 5;$$

$$x_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 10 - 0 - 5 = 5.$$

Langkah 4: Solusi layak awal yang sudah didapatkan sebelumnya sudah optimal apabila pada hasil perhitungan x_{ij} sudah bernilai positif. Jika pada hasil perhitungan x_{ij} bernilai negatif, maka untuk *entering variable* pilih x_{ij} yang bernilai negatif terbesar. Buat lintasan tertutup yang melewati variabel basis dan beri tanda (+) pada *entering variable* selanjutnya tanda (-) dan selanjutnya pada lintasan tertutup. Kemudian pilih x_{ij} yang paling minimum sebagai *leaving variable* lalu alokasikan pada setiap sel yang dilalui lintasan tertutup berdasarkan tanda (+) dan (-).

Perhitungan pada langkah 3 sudah selesai karena tidak terdapat lagi x_{ij} yang bernilai negatif. Hasil pendistribusian telur ayam dan biayanya dari setiap gudang ke setiap tujuan pada bulan Januari 2021 dengan metode MODI menggunakan DSM dapat dilihat pada Tabel 2.23 berikut:

Tabel 2.23 Hasil Optimal Metode MODI menggunakan DSM

Sumber	Tujuan	Jumlah (butir)	Biaya/ butir	Biaya
Cimahi	Pasar Ciroyom	6.500	15	97.500
Batujajar	Pasar Ciroyom	500	25	12.500
Batujajar	Pasar Caringin	1.000	25	25.000
Batujajar	Pasar Antri	3.000	15	45.000
Lagadar	Pasar Caringin	4.000	15	60.000
Total Biaya (Rp)				240.000

Berdasarkan Tabel 2.23, dapat disimpulkan bahwa penyelesaian pendistribusian telur ayam dari setiap gudang ke setiap tujuan pada bulan Januari 2021 dengan pengujian optimal Metode MODI menggunakan DSM diperoleh biaya sebesar Rp240.000. Sedangkan penyelesaian pendistribusian dengan solusi layak awal menggunakan DSM diperoleh biaya sebesar Rp242.500. Sehingga diperoleh selisih biaya dari pendistribusian telur ayam pada bulan Januari 2021 sebesar Rp2.500 dari setiap gudang ke setiap tujuannya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Optimalisasi menggunakan solusi layak awal *Average Opportunity Cost Method* (AOCM)

Berikut tahapan optimalisasi dari solusi layak awal AOCM menggunakan MODI:

Langkah 1: Membuat tabel awal transportasi berdasarkan solusi layak awal menggunakan Metode AOCM berikut:

Tabel 2.24 Data Transportasi menggunakan Hasil Akhir AOCM

Sumber	Tujuan			Persediaan (butir)
	1	2	3	
A	6.500	-	-	6.500
B	500	1.000	3.000	4.500
C	-	4.000	-	4.000
Permintaan (butir)	7.000	5.000	3.000	15.000

Langkah 2: Menghitung nilai u_i dan v_j untuk setiap sel pada baris dan sel pada kolom dengan menggunakan Persamaan (2.5) untuk semua variabel basis. Diketahui dari Tabel 2.24 variabel basis yaitu: $x_{11}, x_{21}, x_{22}, x_{23}$, dan x_{32} . Dengan:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= A; & v_1 &= 1; \\
 u_2 &= B; & v_2 &= 2; \\
 u_3 &= C; & v_3 &= 3.
 \end{aligned}$$

Adapun perhitungan dengan menggunakan rumus $u_i + v_j = c_{ij}$ sebagai berikut:

Misalkan $u_1 = 0$, maka:

$$\begin{aligned}
 u_1 + v_1 &= c_{11}; & u_2 + v_1 &= c_{21}; \\
 0 + v_1 &= 15; & u_2 + 15 &= 25; \\
 v_1 &= 15; & u_2 &= 10;
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} u_2 + v_2 &= c_{22}; \\ 10 + v_2 &= 25; \\ v_2 &= 15; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_2 + v_3 &= c_{23}; \\ 10 + v_3 &= 15; \\ v_3 &= 5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_3 + v_2 &= c_{32}; \\ u_3 + 15 &= 15; \\ u_3 &= 0. \end{aligned}$$

Langkah 3: Menghitung perubahan biaya x_{ij} untuk setiap variabel non basis dengan menggunakan Persamaan (2.6). Diketahui dari Tabel 2.24 variabel non basis yaitu: x_{12}, x_{13}, x_{31} dan x_{33} . Adapun perhitungan perubahan biaya dengan menggunakan rumus $x_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x_{12} &= c_{12} - u_1 - v_2 = 20 - 0 - 15 = 5; \\ x_{13} &= c_{13} - u_1 - v_3 = 10 - 0 - 5 = 5; \\ x_{31} &= c_{31} - u_3 - v_1 = 20 - 0 - 15 = 5; \\ x_{33} &= c_{33} - u_3 - v_3 = 10 - 0 - 5 = 5. \end{aligned}$$

Langkah 4: Solusi layak awal yang sudah didapatkan sebelumnya sudah optimal apabila pada hasil perhitungan x_{ij} sudah bernilai positif. Jika pada hasil perhitungan x_{ij} bernilai negatif, maka untuk *entering variable* pilih x_{ij} yang bernilai negatif terbesar. Buat lintasan tertutup yang melewati variabel basis dan beri tanda (+) pada *entering variable* selanjutnya tanda (-) dan selanjutnya pada lintasan tertutup. Kemudian pilih x_{ij} yang paling minimum sebagai *leaving variable* lalu alokasikan pada setiap sel yang dilalui lintasan tertutup berdasarkan tanda (+) dan (-).

Perhitungan pada Langkah 3 sudah selesai karena tidak terdapat lagi x_{ij} yang bernilai negatif. Hasil pendistribusian telur ayam dan biayanya dari setiap gudang ke setiap tujuan pada bulan Januari 2021 dengan Metode MODI menggunakan AOCM dapat dilihat pada Tabel 2.25 berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.25 Hasil Optimal Metode MODI menggunakan AOCM

Sumber	Tujuan	Jumlah (butir)	Biaya/ butir	Biaya
Cimahi	Pasar Ciroyom	6.500	15	97.500
Batujajar	Pasar Ciroyom	500	25	12.500
Batujajar	Pasar Caringin	1.000	25	25.000
Batujajar	Pasar Antri	3.000	15	45.000
Lagadar	Pasar Caringin	4.000	15	60.000
Total Biaya (Rp)				240.000

Berdasarkan Tabel 2.25, dapat disimpulkan bahwa penyelesaian pendistribusian telur ayam dari setiap gudang ke setiap tujuan pada bulan Januari 2021 dengan pengujian Metode MODI menggunakan AOCM dan solusi layak awal menggunakan AOCM diperoleh biaya yang sama atau bisa dikatakan bahwa solusi layak awal menggunakan AOCM sudah optimal dengan biaya pendistribusian sebesar Rp240.000. Perbandingan hasil solusi layak awal dan solusi optimalnya dari Metode DSM dan AOCM dapat dilihat pada Tabel 2.26 berikut:

Tabel 2.26 Perbandingan Hasil dari Metode DSM dan AOCM

Metode	Solusi Layak Awal (Rp)	Solusi Optimal (Rp)	Selisih Biaya (Rp)
DSM	242.500	240.000	2.500
AOCM	240.000	240.000	—

Jadi, berdasarkan Tabel 2.26 dapat dilihat bahwa pendistribusian menggunakan Metode DSM diperoleh solusi layak awal sebesar Rp242.500 dan solusi optimalnya diperoleh sebesar Rp240.000. Sedangkan pendistribusian menggunakan Metode AOCM diperoleh solusi layak awal sama dengan solusi optimalnya yaitu sebesar Rp240.000. Sehingga dapat diambil kesimpulan, bahwa pendistribusian menggunakan Metode AOCM lebih baik dari Metode DSM karena Metode AOCM menghasilkan biaya pendistribusian yang sudah optimal dengan biaya yang diperoleh sebesar Rp240.000.

BAB III METODE PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

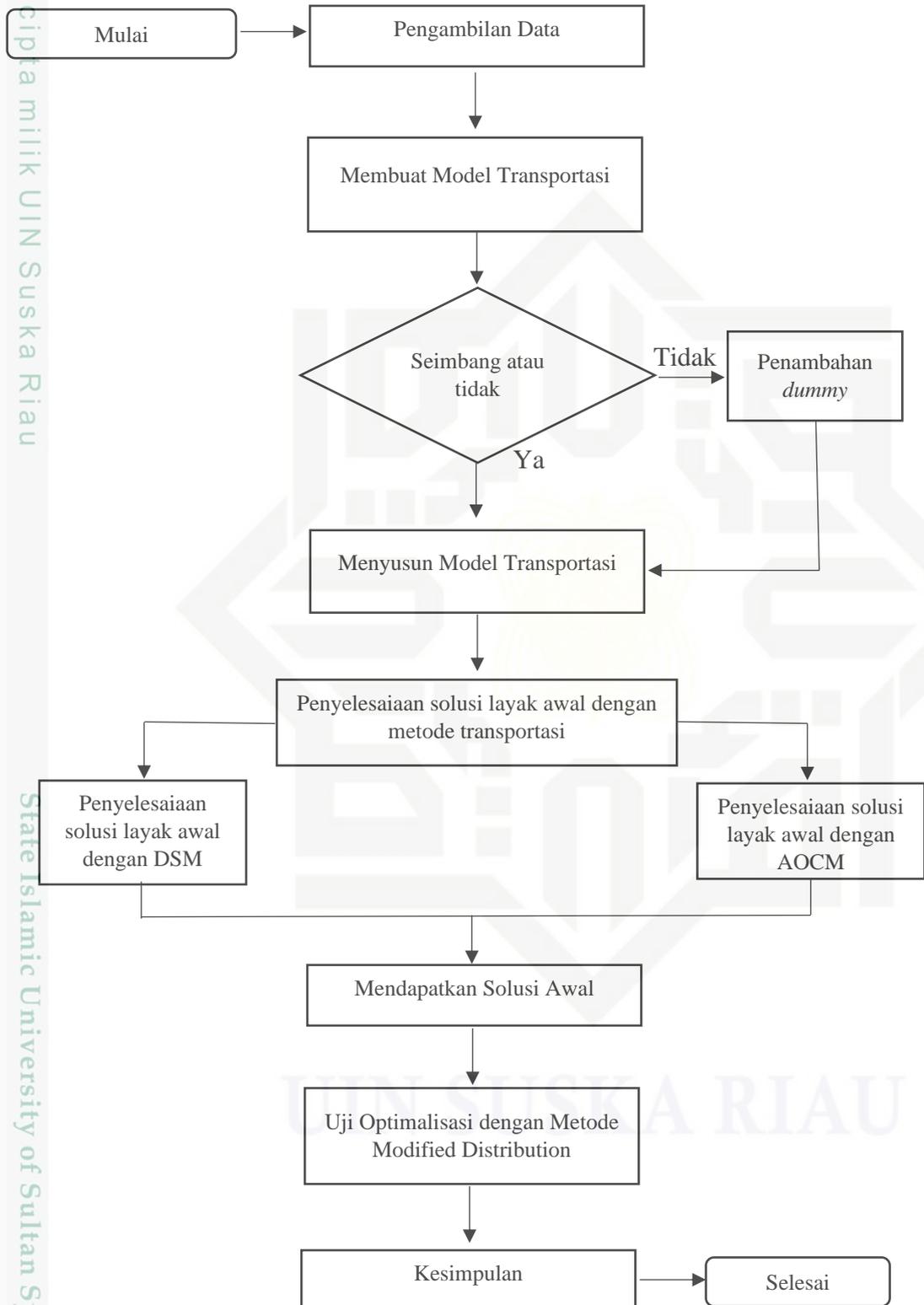
1. Mendapatkan data. Data yang diambil merupakan data biaya distribusi dari empat sumber (jasa kirim) dan lima daerah tujuan, jumlah persediaan dari sumber dan jumlah permintaan paket pada PT. Kamadjaja Logistic-CI shopee. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara. Penelitian ini berlokasi di Jl. Garuda Sakti km 3 pergudangan Prima Center F7-F8 Pekanbaru.
2. Menyusun data yang telah diperoleh ke dalam tabel transportasi.
3. Memeriksa tabel transportasi apakah sudah seimbang atau tidak, jika tidak seimbang maka ditambahkan *dummy*.
4. Menyusun model transportasi.
5. Menyelesaikan model transportasi dengan pencarian penyelesaian solusi layak awal menggunakan *Direct Sum Method* (DSM) dan *Average Opportunity Cost Method* (AOCM).
6. Memperoleh solusi layak awal dari DSM dan AOCM.
7. Pengujian optimalisasi dengan menggunakan *Modified Distribution* (MODI).
8. Membuat kesimpulan.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun *flowchart* dari metode penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart dari Metode Penelitian



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada Bab IV, tentang masalah pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logistic-CI Shopee dengan menggunakan data pada tanggal 12 bulan Desember 2022, diperoleh kesimpulan bahwa pendistribusian menggunakan solusi layak awal *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* diperoleh biaya pendistribusian yang sama dengan uji optimal menggunakan MODI. Sehingga dapat dikatakan bahwa pendistribusian menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* sudah memperoleh hasil yang optimal. Pendistribusian paket pada PT. Kamadjaja Logistic-CI Shopee sudah melakukan pendistribusian paket yang baik dengan hasil yang sudah optimal dengan biaya pendistribusian yang minimum sebesar Rp44.272.000.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini, peneliti berharap pada penelitian selanjutnya untuk lebih dalam mempelajari algoritma kedua metode tersebut, yaitu *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* dengan studi kasus yang berbeda maupun dalam uji optimalnya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arbain dan S. Aisyah, “Perbandingan Metode ASM dan MODI pada Biaya Angkut Transportasi,” *Jurnal Sains Benuanta*, vol. 1, no. 1, hal. 7–14, 2022.
- [2] Z. Busrah dan A. Sarmi, “Optimalisasi Biaya Transportasi Pendistribusian Beras Menggunakan Model Transportasi UD Batsur Kab.Pinrang,” *Seminar Nasional Teknologi Infrmasi dan Komputer.*, hal. 269–277, 2021.
- [3] R. E. Febriansah dan B. H. Prasajo, *Buku Ajar Riset dan Operasi*, Pertama. Sidoarjo: Umsida Press, 2018.
- [4] A. Zahro, E. R. Wulan, dan A. S. Awalluddin, “Uji Optimalitas Menggunakan Metode Stepping Stone untuk Solusi Layak Awal dengan Metode Direct Sum dan New Heuristic Method,” vol. 10, hal. 43–50, 2022.
- [5] R. Kumar R, R. Gupta, dan K. O, “a New Approach To Find the Initial Basic Feasible Solution of a Transportation Problem,” *International Journal of Research*, vol. 6, no. 5, hal. 321–325, 2018.
- [6] S. V. Kamble dan B. G. Kore, “A New Method to Obtain an Initial Basic Feasible Solution of Transportation Problem with the Average Opportunity Cost Method,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 9, no. 2, hal. 206–209, 2019.
- [7] Abdillah, *Program Linear*, Pertama. Makassar: Dua Satu Press, 2013.
- [8] Hermansyah, Helmi, dan E. W. Ramadhani, “Perbandingan Metode Stepping Stone dan Modified Distribution dengan Solusi Awal Metode Least Cost untuk Meminimumkan Biaya Distribusi (Studi Kasus Produsen Mulya Telur Pontianak),” *Buletin Ilmiah Matematika Statistika dan Terapan*, vol. 5, no. 03, hal. 249–256, 2016.
- [9] S. Basriati dan D. Cahyani, “Penyelesaian Model Transportasi Menggunakan Metode ASM, RDI dan MODI (Studi Kasus : PT. Melayu Bumi Lestari),” *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 3, no. 2, hal. 67–73, 2017.
- [10] T. T. Dimiyati dan A. Dimiyati, *Operations Research (Model- model Pengambilan Keputusan)*, 16 ed. Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2018.
- [11] A. Meflinda dan Mahyarni, *Operations Research*, 1 edition. Pekanbaru: UNRI Press, 2011.
- [12] R. Kurnia, W. A. Shafira, R. Oktaviani, dan M. Fauzi, “Penerapan Metode Modified Distribution (MODI) untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Produk Alat Kesehatan,” *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika Matematika dan Statistika*, vol. 2, no. 2, hal. 166–179, Agu 2021.
- [13] D. Nurdiansyah, D. Maulana, A. Tresnadi, dan M. Fauzi, “Optimasi Biaya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pengiriman Telur Ayam Menggunakan Pendekatan Model Transportasi NWC dan Software Lingo,” *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, vol. 2, no. 3, hal. 234–244, 2021.

[14] P. P. G. Soplanit, A. K. T. Dundu, dan J. B. Mangare, “Optimasi Biaya Distribusi Material dengan Kombinasi Metode NWC (North West Corner) dan MODI (Modified Distribution) pada Proyek Pembangunan Jembatan di Sulawesi Utara,” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, no. 12, hal. 1633–1640, 2019.

[15] A. T. Ferdinandus, C. Buyang, dan M. Kempa, “Optimasi Biaya Distribusi Alat Berat Konstruksi dengan Metode VAM dan Stepping Stone pada Proyek Daerah Kepulauan di Provinsi Maluku,” *Jurnal Simetrik*, vol. 12, no. 1, hal. 512–519, 2022.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pulau Birandang pada tanggal 28 November 2000 merupakan anak kedua dari 5 bersaudara pasangan Bapak Alm. Sadarullah dan Ibu Lina Darna yang beralamat di Desa Pulau Birandang, Kecamatan Kampa, Kabupaten Kampar. Penulis menyelesaikan pendidikan formal Sekolah Dasar di SDN 007 Pulau Birandang pada tahun 2007-2013. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Kampar Timur pada tahun 2013-2016. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMK YPLP PGRI Bangkinang pada tahun 2016-2019. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Matematika pada tahun 2019.

Tahun 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktek di Dinas Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Provinsi Riau dengan judul **“Prediksi Jumlah Produksi Padi di Provinsi Riau Menggunakan *Fuzzy Time Series Cheng*”** yang dibimbing oleh Bapak Wartono, M.Sc. Kemudian pada tahun 2022 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Desa Utama Karya, Kecamatan Kampar Kiri Tengah, Kabupaten Kampar. Tanggal Januari 2023 penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Optimasi Biaya Distribusi Menggunakan *Direct Sum Method* dan *Average Opportunity Cost Method* (Studi Kasus: PT. Kamadjaja Logistic-CI Shopee)”** dengan dosen pembimbing Ibu Sri Basriati, M.Sc. Segala kritik dan saran dapat disampaikan melalui alamat email adelanovita15@gmail.com. Terima kasih.