

**OPTIMASI MASALAH BIAYA TRANSPORTASI BERAS
MENGUNAKAN METODE *TOCM-SUM APPROACH*
(Studi Kasus: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

LADYA VIONITA AULIA ARMAWAN
11654200020



UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2020**



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

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI MASALAH BIAYA TRANSPORTASI BERAS MENGUNAKAN METODE *TOCM-SUM APPROACH* (Studi Kasus: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)

TUGAS AKHIR

Oleh:

LADYA VIONITA AULIA ARMAWAN
11654200020

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 30 Juni 2020

UIN SUSKA RIAU

Ketua Program Studi

Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003

Pembimbing

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

- 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 MASALAH BIAYA TRANSPORTASI BERAS MENGUNAKAN METODE *TOCM-SUM APPROACH* (Studi Kasus: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)

TUGAS AKHIR

LADYA VIONITA AULIA ARMAWAN
11654200020

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 30 Juni 2020

Pekanbaru, 30 Juni 2020
Mengesahkan

Ketua Program Studi



Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003



Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.
NIP. 19660604 199203 1 004

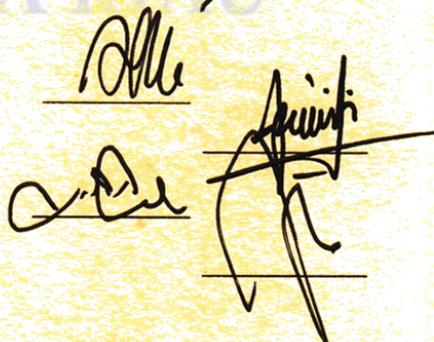
DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Yuslenita Muda, M.Sc.

Sekretaris : Sri Basriati, M.Sc.

Anggota I : Nilwan Andiraja, M.Sc.

Anggota II : Aprijon, M.Ed.



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.

Penggandaan 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 meminjam tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.



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 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 dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 30 Juni 2020
Yang membuat pernyataan,

LADYA VIONITA AULIA .A
11654200020

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 mengumunkan 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.

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"

∞(QS. Al-Mujadalah:11)∞

Alhamdulillahirrabil'alamin

*Langkah demi langkah telah usai aku lalui. Satu persatu satu cita-citaku telah ku capai. Namun....
Itu belum akhir dari perjalanan, melainkan awal dari perjuangan.
Aku merasacukup bukan karena aku sudah memiliki segalanya, tapi itu karena aku bisa mensyukuri dan menikmati apa yang aku punya.*

*****Sujud syukurku, kupersembahkan kepada Allah SWT*****

Pemberi maaf yang tak pernah bosan, pemberi limpahan kasih sayang yang tak pernah mengeluh. Terima kasih atas berkah yang telah Engkau berikan kepadaku.

Sebuah karya kecil ini ku persembahkan untuk

*****Ayahanda Armawan dan Ibundaku Zulni Efita*****

*Mungkin ucapan terima kasihku tak cukup untuk membalas semua kasih sayangmu kepadaku, namun hanya itu yang dapat aku lanturkan untuk membalas semua pengorbanan dan do'a kalian kepadaku.
Terima kasih Papa, Terima kasih Mama...*

*****Kakakku Ola, Dita dan Adikku Dinda, Dysha *****

Terima kasih telah menjadi penyemangatku dan panutan yang memberikan ku motivasi untuk terus berjuang demi membahagiakan kedua orang tua kita.

*****Dosen Pembimbingku Ibu Sri Basriati, M.Sc dan Dosen-Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi*****

Terima kasih atas waktu dan tenaga kalian untuk membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

*****Sahabat-Sahabatku Rini, Muti dan Wawan*****

Terima kasih untuk sahabat-sahabatku yang telah menemaniku, menasehatiku, dan memberikan pengalaman yang luar biasa selama aku berada di kampus ini.

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 MASALAH BIAYA TRANSPORTASI BERAS
MENGUNAKAN METODE *TOCM-SUM APPROACH*
(Studi Kasus: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)**

LADYA VIONITA AULIA ARMAWAN
11654200020

Tanggal Sidang : 30 Juni 2020
Tanggal Wisuda :

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Raskin merupakan salah satu dari program pemerintah Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional melalui penyaluran beras bersubsidi bagi rumah tangga miskin. Penyaluran Raskin belum memperhatikan biaya transportasi yang optimal. Pengoptimalan biaya transportasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode *TOCM-SUM Approach*, metode ini diawali dengan melakukan reduksi baris dan kolom, membentuk tabel *TOCM*, menghitung indikator distribusi, membuat alokasi semaksimal mungkin sampai persediaan dan permintaan terpenuhi sehingga diperoleh biaya minimum. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa Perum Bulog Sub Divre Bukittinggi mengeluarkan biaya transportasi beras miskin setiap bulan yaitu sebesar Rp. 95.818.540.

Kata Kunci: Raskin/Rastra, *Stepping Stone*, *TOCM-SUM Approach*

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.

**OPTIMIZATION OF RICE TRANSPORTATION COST PROBLEMS
USING THE TOCM-SUM APPROACH METHOD
(Case Study: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)**

LADYA VIONITA AULIA ARMAWAN
11654200020

Date of Final Exam : 30 June 2020
Date of Graduation :

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

ABSTRACT

Raskin is one of the Indonesian government programs that aims to increase national food security through the distribution of subsidized rice to poor households. Raskin's distribution has not paid attention to optimal transportation costs. Transportation cost optimization can be done using the TOCM-SUM Approach method, this method begins with the reduction of rows and columns, forming a table TOCM, calculating the distribution indicators, making allocation correction possible until the supply and demand are fulfilled so that the minimum cost is obtained. Based on the results of the study obtained that Perum Bulog Sub Divre Bukittinggi issued the cost of transportation of poor rice every month ie Rp. 9.,818.540.

Keyword: Raskin/Rastra, Stepping Stone, TOCM-SUM Approach

UIN SUSKA RIAU

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan rezeki Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Shalawat beriringkan salam untuk Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wassalam yang selalu memberikan syafaatnya sehingga kita dapat merasakan kemajuan-kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti yang telah kita rasakan pada saat ini.

Tugas akhir dengan judul **“Optimasi Masalah Biaya Transportas Beras Menggunakan Metode TOCM-SUM Approach (Studi Kasus: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)”**, merupakan karya ilmiah yang ditulis untuk memenuhi salah satu syarat guna mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis selalu dapat *support* yang teramat banyak dari orang terkasih. Terima kasih kepada mama tercinta Zulni Efita yang selalu memberi saya semangat dalam bentuk doa dan nasehat. Terima kasih papa Armawan yang selalu senantiasa berdoa dalam diam dan mendukung apapun yang penulis lakukan. Tak ketinggalan buat teman *sharing and caring*, tempat bertanya, sekaligus sebagai kakak yaitu Ladyka Viola, S.KM., M.KM dan kak Ladiesvia Dwinta,S.Tr,KL Serta adik Dinda dan Dysha yang selalu memberikan semangat dan kasih sayangnya. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Akhmad Mujahidin, S.Ag., M.Ag., selaku rektor Universitas Islam Negeri Sultas Syarief Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi,M.Ag., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika .
4. Ibu Fitri Ariyani, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Matematika yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State 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.

5. Bapak Wartono, M.Sc., pembimbing akademik penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
6. Ibu Sri Basriati, M.Sc., selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu dan bimbingan serta arahan sehingga Tugas Akhir penulis dapat diselesaikan.
7. Bapak Nilwa Andiraja, M.Sc dan Bapak Aprijon, S.Si., M.Ed., selaku penguji yang telah memberikan kritikan dan saran sehingga selesainya Tugas Akhir ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika yang telah memberi masukan dan motivasi.
9. Rini, Ega, Santi, Nabila, Adel, Resa, Muti, Wawan, Uul yang selalu mendengarkan keluh kesah selama dan membantu penulis dalam keadaan apapun.
10. Dinda, Dewi, Ayu, Dhia yang selalu memberikan masukan dan perhatian dalam keadaan apapun.
11. Teman-teman *Math Class A*, teman-teman seperjuangan angkatan 2016, dan semua pihak yang telah mendukung secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis menjadi amal kebaikan dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin. Dalam penulisan ini penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna. Namun, penulis sudah berusaha untuk mencapai hasil yang maksimal. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini dan selanjutnya. Akhir kata penulis harap semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak yang memerlukan.

Pekanbaru, 30 Juni 2020

Ladya Vionita Aulia Armawan



1. Diarangi 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

	Halaman
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	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Kerja Penelitian	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Perum Bulog dan Program Rastra	II-1
2.2 Program Linier	II-2
2.3 Model Transportasi Motor	II-3
2.4 Keseimbangan Model Transportasi.....	II-5
2.5 <i>Total Opportunity Cost Matrix</i>	II-6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	

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

BAB IV PEMBAHASAN

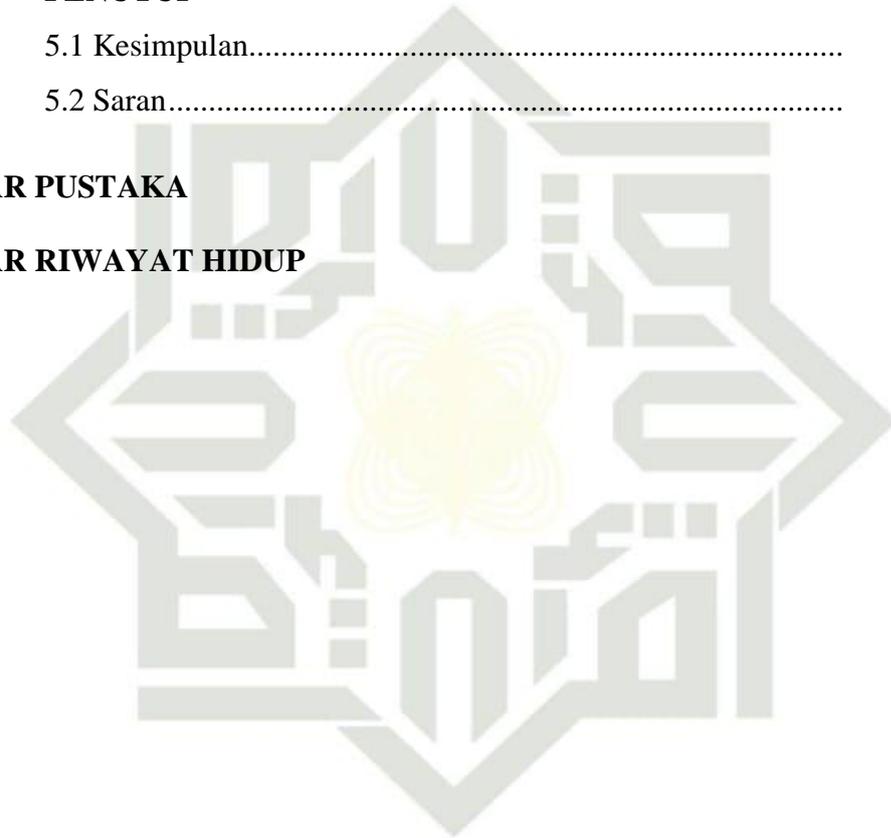
4.1 Data Biaya Transportasi Sub Divre Bukittinggi	IV-1
4.2 Model Transportasi Beras Sub Divre Bukittinggi	IV-3

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR TABEL

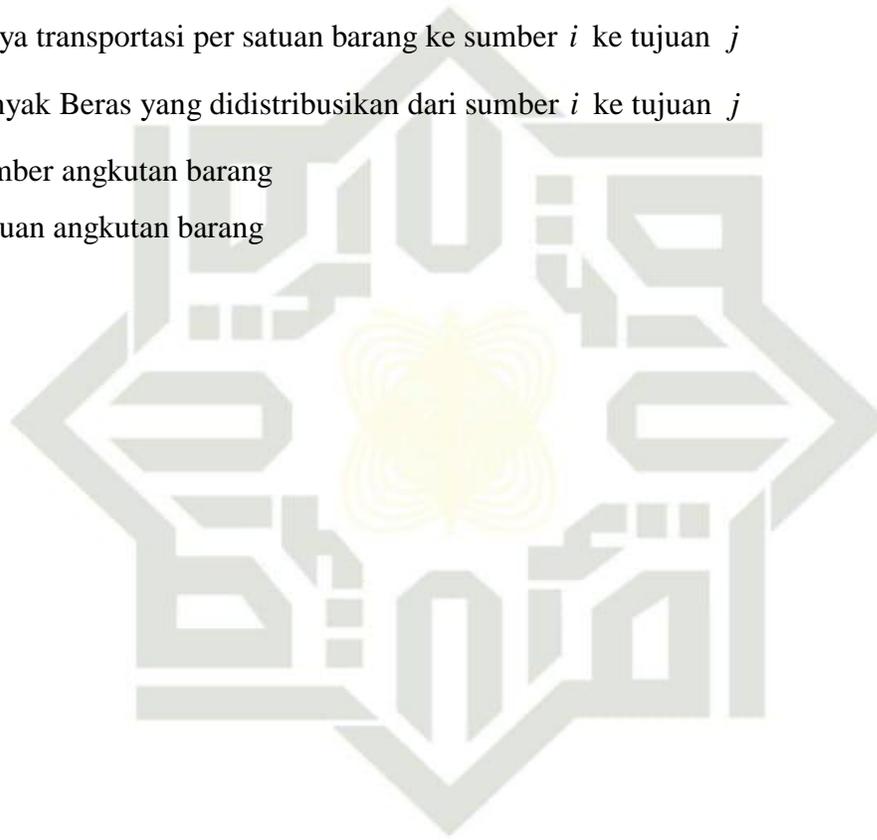
Tabel		Halaman
2.1	Model Transpostasi	II-5
2.2	Model Transportasi Motor	II-10
2.3	Reduksi Baris dan Kolom	II-13
2.4	Hasil Reduksi Baris dan Kolom	II-13
2.5	Hasil <i>TOCM</i>	II-15
2.6	Alokasi Sel Terpilih 1.	II-16
2.7	Alokasi Sel Terpilih 2.	II-17
2.8	Alokasi Sel Terpilih 3	II-17
2.9	Alokasi Sel Terpilih 4.	II-18
2.10	Alokasi Sel Terpilih 5.	II-19
2.11	Alokasi Akhir.	II-19
2.12	Solusi Fisibel Awal	II-20
4.1	Jumlah Persediaan Raskin Tahun 2018	IV-1
4.2	Penyaluran Raskin Tahun 2018	IV-2
4.3	Tarif Angkutan Raskin	IV-3
4.4	Model Transportasi Beras Sub Divre Bukittinggi	IV-4
4.5	Reduksi Baris dan Kolom Beras Sub Divre Bukittinggi	IV-10
4.6	Hasil Reduksi Baris dan Kolom Beras Sub Divre Bukittinggi	IV-11
4.7	Hasil <i>TOCM</i> Beras Sub Divre Bukittinggi	IV-14
4.8	Alokasi Akhir Beras Sub Divre Bukittinggi.	IV-17
4.9	Solusi Fisibel Awal Beras Sub Divre Bukittinggi.....	IV-19

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 SIMBOL

- Z : Fungsi tujuan
- a_i : Persediaan ke- i , $i = 1, 2, \dots, m$
- b_j : Permintaan ke- j , $j = 1, 2, \dots, n$
- c_{ij} : Biaya transportasi per satuan barang ke sumber i ke tujuan j
- x_{ij} : Banyak Beras yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j
- S : Sumber angkutan barang
- T : Tujuan angkutan barang



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi yang semakin canggih, hampir setiap kebutuhan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan peranan matematika. Penerapan matematika dalam kehidupan merupakan alat untuk menyederhanakan penyajian dan pemahaman masalah. Menggunakan matematika, suatu masalah dapat menjadi lebih sederhana untuk disajikan, dipahami, dianalisis, dan dipecahkan. Metode untuk merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, sosial maupun bidang lainnya ke dalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi optimal adalah program linier. Program linier merupakan salah satu mekanisme untuk memformulasikan banyak masalah dalam kehidupan sehari-hari dengan usaha ataupun cara yang sederhana. Program linier memuat suatu rencana kegiatan untuk menghasilkan hasil yang optimal yang didesain untuk membantu para manajer operasi dalam merencanakan dan membuat keputusan yang diperlukan untuk mengalokasikan sumber daya (Heizer dan Reder, 2005).

Fungsi matematis dalam model program linier ini merupakan fungsi secara linier dapat berbentuk kesamaan atau ketidaksamaan. Program linier dikembangkan oleh Gorge B. Dantzig sekitar tahun 1974. Umumnya, masalah program linier dapat diselesaikan dengan metode grafik atau metode simplek. Metode grafik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan dua variabel. Sementara masalah program linier yang mencakup lebih dari dua variabel dapat diselesaikan dengan metode simplek. Banyak bentuk program linier yang sudah dikembangkan yang berhubungan dengan matematika, salah satunya adalah model transportasi (Dimiyati, 2011).

Menurut Taha (1996) sesuai namanya, model transportasi ini berkaitan dengan penentuan rencana biaya terendah untuk mengirim sesuatu dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Distribusi ini dilakukan sedemikian rupa sehingga permintaan dari beberapa tempat tujuan dapat dipenuhi dari beberapa tempat asal

yang masing-masing dapat memiliki permintaan atau kapasitas yang berbeda. Penerapan dengan menggunakan model transportasi ini, dapat diperoleh suatu alokasi distribusi barang yang dapat meminimalkan total biaya distribusi maupun transportasi (Subagyo dkk, 2000).

Permasalahan transportasi dimulai dengan menyusun tabel fisibel awal. Setelah menyusun tabel fisibel awal selesai maka langkah selanjutnya yaitu menguji optimalisasi dengan metode *stepping stone* atau *modified distribution*. Terdapat juga metode untuk menentukan solusi fisibel awal, yaitu *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* atau yang disingkat dengan *TOCM-SUM Approach*.

Penelitian mengenai *TOCM-SUM Approach* sebelumnya pernah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya Nita Dwi Astuti dkk (2016) yang berjudul “Solusi Masalah Transportasi Menggunakan *TOCM-SUM Approach* dengan Menggunakan Indikator Distribusi” yang menghasilkan solusi yang sudah optimal setelah dilakukan pengecekan dengan metode *stepping stone*. Selanjutnya penelitian dari Aminur Rahman Khan dkk dengan judul “*Determination of Initial Basic Feasible Solution of A Transportation Problem: A TOCM-SUM Approach*”. Berdasarkan rujukan di atas penulis tertarik untuk mengulas kembali model transportasi menggunakan metode *TOCM-SUM Approach* untuk mendapatkan solusi optimal pada Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat Jl. Thamrin No 24, Alang Laweh, Kec. Padang Selatan, Kota Padang Sumatera Barat. Oleh karena itu, penulis mengambil penelitian dengan judul “**Optimasi Biaya Masalah Transportasi Beras Menggunakan Metode *TOCM-SUM Approach* (Studi Kasus: Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah “Bagaimana hasil penyelesaian masalah biaya transportasi beras dengan menggunakan metode *TOCM-SUM Approach* dan optimalisasi dengan *stepping stone* pada Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat Sub Divre Bukittinggi”.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan meliputi data biaya pendistribusian, kapasitas gudang dan jumlah permintaan Bulog Sub Divre Bukittinggi, yang diambil di Kantor Bulog Wilayah Sumatera Barat Jl. Thamrin No 24, Alang Laweh, Kec. Padang Selatan, Kota Padang Sumatera Barat.
2. Masalah yang dibahas memiliki 5 sumber yaitu: Koto Malintang, Tanjung Pati, Sago, Baluang Baririk dan Dama. Sedangkan tujuannya ada 7 yaitu: Kab. Pasaman, Kab. Pasaman Barat, Kab. Agam, Kab. 50 Kota, Kota Payakumbuh, Kota Padang Panjang dan Kota Bukittinggi.
3. Menguji optimalisasi dengan metode *stepping stone*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil penyelesaian dari masalah biaya transportasi dengan menggunakan metode *TOCM-SUM Approach*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan penulis dan pembaca dalam penyelesaian metode *TOCM-SUM Approach* pada masalah biaya transportasi.
2. Sebagai penerapan ilmu yang dapat oleh penulis selama masa perkuliahan.
3. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai bahan dasar penelitian lainnya.

1.6 Sistematis Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini mencakup lima bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini berisi metode transportasi, solusi fisibel awal, optimasi dan penyelesaian metode transportasi dengan metode *TOCM-SUM Approach*.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan masalah transportasi dengan menggunakan metode *TOCM-SUM Approach* pada tugas akhir ini.

BAB IV

PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan dan hasil-hasil yang diperoleh dari penyelesaian masalah transportasi dengan menggunakan metode *TOCM-SUM Approach*.

BAB V

PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh peneliti 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 Perum Bulog dan Program Rastra

Perum Bulog merupakan perusahaan milik negara yang bergerak dibidang logistic pangan. Sebagai perusahaan yang mengemban tugas dari pemerintah, Bulog tetap melakukan kegiatan menjaga harga dasar pembelian untuk gabah petani, stabilitas harga pokok, menyalurkan beras untuk masyarakat miskin (RASKIN/RASTRA) dan pengelolaan stok pangan. Dalam upaya menjaga ketersediaan pangan dan stabilisasi harga pangan pada tingkat konsumen dan produsen untk jenis pangan pokok beras, Bulog melakukan pengamanan harga beras ditingkat produsen dan konsumen, pengelolaan cadangan beras pemerintah, penyediaan dan pendistribusian beras golongan masyarakat tertentu.

Proses penyaluran Rastra merupakan salah satu tugas yang diamanahkan kepada Perum Bulog. Secara khusus presiden menintruksikan kepada Perum Bulog untuk menyediakan dan menyalurkan beras bersubsidi bagi masyarakat kelompok rendah, dan bahan pangannya mengutamakan penyediaan pengadaan gabah atau beras dari petani dalam negeri. Perum Bulog bertanggung jawab dalam proses pengadaan beras hingga menyalurkan beras subsidi ke titik-titik distribusi di kecamatan atau kelurahan yang dituju. Program beras untuk masyarakat miskin raskin atau yang saat ini disebut beras untuk rakyat sejahtera Rastra merupakan salah satu usaha pemerintah yang bertujuan untuk memperkuat ketahanan pangan (BULOG, dikutip Juni 2020. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/>).

Adanya program Raskin diawali dengan adanya program operasi pasar khusus beras pada pertengahan 1998 yang merupakan awal munculnya krisis moneter dan ekonomi. Tujuan Raskin pertama kali adalah untuk memperkuat ketahanan pangan rumah tangga terutama keluarga miskin melalui operasi pasar khusus (OPK). Pada tahun 2002 program tersebut dibatasi sarasanya hanya dengan membantu kebutuhan pangan bagi rumah tangga miskin (RTM), dan pada tahun 2008 menteri social Kofifah Indar Parawansa mengubah namanya menjadi Rastra yaitu program subsidi beras bagi masyarakat berpendapatan rendah.

Dengan demikian, rumah tangga sasaran (RTS) pada program ini tidak hanya rumah tangga miskin (RTM), tetapi meliputi rumah tangga rentan atau hamper miskin.

Permasalahan transportasi sering dijumpai dalam dunia bisnis salah satunya pada Perum Bulog Sub Divre Bukittinggi. Maka penulis akan mencari alokasi transportasi beras dan biaya optimal menggunakan metode *TOCM-SUM Approach* untuk nilai fisibel awal dan *stepping stone* untuk nilai solusi optimal pada Perum Bulog Sub Divre Bukittinggi . Penyelesaian pada Bab 4 data yang akan digunakan yaitu jumlah kapasitas gudang, permintaan beras miskin setiap daerah dan tarif angkutan raskin dari gudang ke tujuan.

2.2 Program Linier (*Linear Programming*)

Program linier adalah salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi, yaitu memaksimalkan atau meminimumkan fungsi tujuan yang bergantung pada jumlah variabel input. Hal yang terpenting yang perlu dilakukan adalah mencari tahu tujuan penyelesaian masalah dan apa penyebab masalah tersebut (Haryadi Sarjono, 2010).

Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana mengambil keputusan dengan memanfaatkan data yang tersedia untuk menyelesaikan masalah dengan tujuan yang dibatasi oleh keterbatasan tertentu. Menurut Dimiyati (2011) persoalan program linier dapat ditemukan pada berbagai bidang dan dapat digunakan untuk membantu membuat keputusan untuk memilih suatu alternatif yang paling tepat atau suatu hasil yang optimum dan pemecahan yang paling baik (*the best solution*).

Menurut Siswanto (2007) didalam program linier terdapat 3 unsur penting, yaitu :

1. Variabel keputusan

Variabel keputusan adalah variabel persoalan yang akan mempengaruhi nilai tujuan yang hendak dicapai. Di dalam proses pemodelan, penemuan variabel keputusan tersebut harus dilakukan terlebih dahulu sebelum merumuskan fungsi tujuan dan kendala-kendalanya.

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

memahami kasus tersebut. Secara umum arti transportasi adalah adanya perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lain dan dari beberapa tempat ke beberapa tempat lain.

Secara khusus, masalah transportasi memperhatikan aktivitas mendistribusikan suatu produk dari beberapa pusat permintaan, disebut sumber, kebeberapa kelompok penerima, disebut tujuan. Tujuan yang hendak dicapai adalah meminimumkan total biaya transportasi (Hillier, 2008).

Menurut Dimiyati (2009) ciri-ciri khusus masalah transportasi adalah :

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.
3. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber.
4. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dibentuk model transportasi sebagai berikut:

Tabel 2.1 Model Transportasi

Sumber	Tujuan				a_i
	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_{21} x_{21}	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
b_j	b_1	b_2	...	b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Keterangan :

a_i : Persediaan ke- i , $i = 1, 2, \dots, m$

b_j : Permintaan ke- j , $j = 1, 2, \dots, n$

c_{ij} : Biaya angkut per satuan barang ke sumber i ke tujuan j

x_{ij} : Banyak unit barang yang akan diangkut dari sumber i ke tujuan j

S : Sumber angkutan barang

T : Tujuan angkutan barang

Setelah didapat tabel transportasi, maka dapat dimodelkan sebagai berikut:

1. Fungsi tujuan

Minimumkan/Maksimumkan

$$Z = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + \dots + c_{1n}x_{1n} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} + \dots + c_{2n}x_{2n} + c_{m1}x_{m1} + \dots + c_{mn}x_{mn}$$

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.

2. Fungsi kendala

a. Persediaan:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} &= a_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} &= a_2 \\ \vdots & \quad \ddots \quad \vdots \\ x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} &= a_n \end{aligned}$$

b. Permintaan:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} &= b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} &= b_2 \\ \vdots & \quad \ddots \quad \vdots \\ x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} &= b_n \end{aligned}$$

2.4 Keseimbangan Model Transportasi

Menurut Dimiyati (2011) suatu model transportasi dikatakan seimbang apabila total *supply* (sumber) sama dengan total *demand* (tujuan). Dengan kata lain:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \tag{2.2}$$

Dalam persoalan sebenarnya, batasan ini tidak selalu terpenuhi atau dengan kata lain, jumlah *supply* yang tersedia mungkin lebih besar atau lebih kecil dari pada jumlah yang diminta. Jika hal ini terjadi, maka model persoalannya disebut sebagai model yang tidak seimbang (*unbalance*). Batasan diatas dikemukakan hanya karena ia menjadi dasar dalam pengembangan teknik transportasi. Namun, setiap persoalan transportasi dapat dibuat seimbang dengan cara memasukkan variable artifial (semu). Jika jumlah demand melebihi jumlah *supply*, maka dibuat suatu sumber dummy yang akan men-*supply* kekurangan tersebut, yaitu sebanyak

$$\sum j b_j - \sum i a_i .$$

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.

Sebaliknya, jika jumlah *supply* melebihi jumlah *demand*, maka dibuat suatu tujuan dummy untuk menyerap kelebihan tersebut, yaitu sebanyak $\sum i a_i = \sum j b_j$. Ongkos transportasi perunit (c_{ij}) dari sumber *dummy* ke seluruh tujuan adalah nol. Hal ini dapat dipahami karena pada kenyataannya dari sumber *dummy* tidak terjadi pengiriman. Begitu pula dengan ongkos transportasi perunit (c_{ij}) dari semua sumber ke tujuan *dummy* adalah nol.

Jika pada suatu persoalan transportasi dinyatakan bahwa dari sumber ke k tidak dilakukan atau tidak boleh terjadi pengiriman ke tujuan ke l, maka nyatakanlah c_{kl} dengan suatu harga M yang besarnya tidak terhingga (ingat teknik M pada metode simpleks). Hal ini dilakukan agar dari k ke l itu benar-benar tidak terjadi pendistribusian komoditas.

2.5 Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach

Menurut penelitian Aminur Rahman dkk (2015) yang berjudul “*Determination of Initial Basic Feasible solution of a transportation Problem: A ToCM-Sum Approach*”, *TOCM-SUM Approach* adalah bentuk penambahan *Row Opportunity Cost Matrix (ROCM)* dan *Coloumn Opportunity Cost Matrix (COCM)* untuk setiap awal baris matrik. *ROCM* adalah hasil dari pengurangan baris terkecil pada setiap baris, sedangkan *COCM* adalah hasil pengurangan dari kolom terkecil pada setiap kolom. Adapun algoritma dari metode ini yaitu:

- a. Mengkonstruksi tabel transportasi.

Menyusun tabel transportasi yang menunjukkan sumber asal dan tujuan yang akan dikirim. Pada masalah transportasi seimbang dapat langsung ke langkah 2, akan tetapi pada masalah transportasi tidak seimbang dapat dibuat seimbang dengan memasukkan kolom dummy atau baris dummy.
- b. Melakukan reduksi baris dan reduksi kolom

Memilih elemen biaya terkecil pada setiap baris yang dinotasikan dengan c_{ik} , kemudian melakukan reduksi baris dengan cara mengurangkan setiap elemen biaya (c_{ij}) pada setiap baris dengan c_{ik} dan menempatkan di kanan atas

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.

sesuai elemen biayanya. Reduksi baris ini biasanya disebut *Row Opportunity Cost Matrix (ROCM)*.

$$c_{ij}^{c_j - c_{ik}}, \text{ dimana } c_{ik} = \min(c_{i1}, c_{i2}, c_{i3}, \dots, c_{in})$$

Menerapkan operasi yang sama untuk setiap baris lainnya. Selanjutnya terapkan prosedur yang sama untuk mereduksi kolom dengan cara mencari elemen biaya terkecil pada setiap kolom yang dinotasikan dengan c_{kj} , kemudian melakukan reduksi kolom dengan cara mengurangi setiap elemen biaya (c_{ij}) pada setiap kolom dengan c_{kj} dan menempatkan di kiri-bawah sesuai elemen biayanya. Reduksi kolom ini biasa disebut *Column Opportunity Cost Matrix (COCM)*.

$$c_{ij}^{c_j - c_{kj}}, \text{ dimana } c_{kj} = \min(c_{1j}, c_{2j}, c_{3j}, \dots, c_{mj})$$

Menerapkan operasi yang sama untuk setiap kolom lainnya.

- c. Membentuk tabel *Total Opportunity Cost Matrix (TOCM)*:

$$TOCM_{ij} = (c_{ij} - c_{ik}) + (c_{ij} - c_{kj}) \quad (2.3)$$

Dimana:

$TOCM_{ij}$: Total Opportunity Cost Matrix dari titik persediaan i ke titik permintaan j .

c_{ij} : Biaya angkut transportasi dari titik i ke titik permintaan j .

c_{ik} : Elemen biaya terkecil pada baris ke- i , dimana

$$c_{ik} = \min(c_{i1}, c_{i2}, c_{i3}, \dots, c_{in})$$

c_{kj} : Elemen biaya terkecil pada kolom ke- j , dimana

$$c_{kj} = \min(c_{1j}, c_{2j}, c_{3j}, \dots, c_{mj})$$

- d. Menghitung indikator distribusi.

Menghitung indikator distribusi pada setiap sel (i, j) dengan rumus:

$$\Delta_{ij} = TOCM_{ij} - u_i - v_j \quad (2.4)$$

dimana:

u_i : Elemen terbesar di baris ke- i .

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_j : Elemen terbesar di kolom ke- j .

- e. Membuat alokasi pada sel semaksimal mungkin.
Mengalokasikan semaksimal mungkin pada sel yang mempunyai nilai Δ_{ij} minimum (paling negatif). Selanjutnya mengecek apakah baris atau kolom pada sel terpilih sudah terpenuhi.
- f. Menghitung indikator distribusi baru.
Menghitung indikator distribusi baru untuk submatriks yang tersisa seperti langkah 4 dengan mengabaikan baris atau kolom yang sudah terpenuhi. Selanjutnya alokasikan sesuai langkah 5 sampai semua baris dan kolom memenuhi jumlah persediaan dan permintaan.
- g. Mendapatkan biaya minimum.
Menghitung biaya minimum dengan menjumlahkan hasil kali jumlah alokasi barang dengan biaya transportasi awal sesuai alokasi.

Setelah diperoleh solusi fisibel awal menggunakan *TOCM-SUM Approach* selanjutnya adalah mengidentifikasi solusi fisibel awal yang diperoleh dengan melihat apakah banyaknya variabel basis sama dengan banyak baris ditambah banyaknya kolom dikurangi satu. Jika iya, dilanjutkan dengan metode *stepping stone*.

Contoh 2.1:

Sebuah perusahaan kendaraan bermotor XYZ menghadapi permasalahan untuk mengangkut sepeda motor merk Y dari tiga buah distributor di kota A, B, dan C ke tempat cabangnya di kota K, L, M, dan N. Pada masing-masing distributor di kota A, B, dan C tersedia 100, 120, dan 100 buah sepeda merk Y, Sedangkan keempat cabangnya di kota K, L, M dan N membutuhkan 80, 40, 100, dan 80 buah sepeda motor merk Y. Biasanya pengangkutan tersebut dilakukan dengan menggunakan truk yang berkapasitas 20 buah sepeda motor. Ongkos per truk dari setiap distributor ke setiap cabangnya adalah sebagai berikut:

- i. Distributor di kota A ke cabangnya di kota K, L, M, dan N masing-masing sebesar Rp 100.000, Rp 80.000, Rp 75.000, dan Rp 60.000.

- ii. Distributor di kota B cabangnya di kota K, L, M, dan N masing-masing sebesar Rp 125.000, Rp 110.000, Rp 130.000, dan Rp 120.000.
- iii. Distributor di kota C ke cabangnya di kota K, L, M, dan N masing-masing sebesar Rp 75.000, Rp 90.000, Rp 115.000, dan Rp 120.000.

Tentukan solusi optimal dari contoh 2.1 dengan menggunakan metode *TOC-SUM Approach* !

Penyelesaian:

Langkah-langkah untuk penyelesaian Contoh 2.1 adalah sebagai berikut:

- a. Membuat tabel transportasi.

Berdasarkan Contoh 2.1 kapasitas dan permintaan tidak seimbang, dapat dibuat seimbang dengan menambahkan kolom atau baris dummy.

Tabel 2.2 Model Transportasi Motor

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000 x_{11}	80.000 x_{12}	75.000 x_{13}	60.000 x_{14}	0	100
B	125.000 x_{21}	110.000 x_{22}	130.000 x_{23}	120.000 x_{24}	0	120
C	75.000 x_{31}	90.000 x_{32}	115.000 x_{33}	120.000 x_{34}	0	100
b_j	80	40	100	80	20	320

- b. Mendefinisikan variabel keputusan.

- x_{11} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota A ke cabang kota K.
- x_{12} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota A ke cabang kota L.
- x_{13} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota A ke cabang kota M.
- x_{14} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota A ke cabang kota N
- x_{21} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota B ke cabang kota K.
- x_{22} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota B ke cabang kota L.

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_{23} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota B ke cabang kota M.
 x_{24} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota B ke cabang kota N.
 x_{31} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota C ke cabang kota K..
 x_{32} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota C ke cabang kota L.
 x_{33} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota C ke cabang kota M.
 x_{34} : Banyaknya kendaraan bermotor distributor kota C ke cabang kota N.

c. Fungsi tujuan

$$\begin{aligned} \text{Minimum } Z = & 100.000x_{11} + 80.000x_{12} + 75.000x_{13} + 60.000x_{14} + 125.000x_{21} \\ & 110.000x_{22} + 130.000x_{23} + 120.000x_{24} + 75.000x_{31} + 90.000x_{32} \\ & 115.000x_{33} + 120.000x_{34} \end{aligned}$$

d. Fungsi kendala

Persediaan:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 100 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 120 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 100 \end{aligned}$$

Permintaan:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 80 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 40 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 100 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 20 \end{aligned}$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1,2,3,4; \quad j = 1,2,3,4$$

e. Melakukan reduksi baris dan reduksi kolom.

Memilih elemen biaya terkecil pada setiap baris yang dinotasikan dengan c_{ik} , kemudian melakukan reduksi baris dengan cara mengurangkan setiap elemen biaya (c_{ij}) pada setiap baris dengan c_{ik} dan menempatkan di kanan atas sesuai elemen biayanya. Reduksi baris ini biasanya disebut *Row Opportunity Cost Matric (ROCM)*.

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.

$$c_{ij}^{c_{ij}-c_{ik}}, \text{ dimana } c_{ik} = \min(c_{i1}, c_{i2}, c_{i3}, \dots, c_{in})$$

Menerapkan operasi yang sama untuk setiap baris lainnya. Selanjutnya terapkan prosedur yang sama untuk mereduksi kolom dengan cara mencari elemen biaya terkecil pada setiap kolom yang dinotasikan dengan c_{kj} , kemudian melakukan reduksi kolom dengan cara mengurangkan setiap elemen biaya (c_{ij}) pada setiap kolom dengan c_{kj} dan menempatkan di kiri-bawah sesuai elemen biayanya. Reduksi kolom ini biasa disebut *Column Oppotunity Cost Matrix (COCM)*.

$$c_{ij}-c_{kj} c_{ij}, \text{ dimana } c_{kj} = \min(c_{1j}, c_{2j}, c_{3j}, \dots, c_{mj})$$

Menerapkan operasi yang sama untuk setiap kolom lainnya.

ROCM (Row Opportunity Cost Matrix):

$$c_{ik} = \min(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in})$$

$$c_{1k} = \min(100.000, 80.000, 75.000, 60.000) \\ = 60.000;$$

$$c_{2k} = \min(125.000, 110.000, 130.000, 120.000) \\ = 110.000;$$

$$c_{3k} = \min(75.000, 90.000, 115.000, 120.000) \\ = 75.000.$$

COCM (Coloumn Opportunity Cost Matrix):

$$c_{1j} = \min(100.000, 125.000, 75.000) \\ = 75.000;$$

$$c_{2j} = \min(80.000, 110.000, 90.000) \\ = 80.000;$$

$$c_{3j} = \min(75.000, 130.000, 115.000) \\ = 75.000;$$

$$c_{4j} = \min(60.000, 120.000, 120.000) \\ = 60.000.$$

Setelah didapat biaya terkecil dari baris dan kolom, maka selanjutnya mereduksi baris dan kolom, sebagai berikut:

Tabel 2.3 Reduksi Baris dan Reduksi Kolom

	K	L	M	N	dummy	a_i
A	100.000-60.000	80.000-60.000	75.000-60.000	60.000-60.000	0	100
	100.000	80.000	75.000	60.000		
	100.000-75.000	80.000-80.000	75.000-75.000	60.000-60.000		
B	125.000-110.000	13.000-110.000	12.000-110.000	10.000-110.000	0	120
	125.000	110.000	130.000	120.000		
	125.000-75.000	13.000-80.000	12.000-75.000	10.000-60.000		
C	75.000-75.000	90.000-75.000	115.000-75.000	120.000-75.000	0	100
	75.000	90.000	115.000	120.000		
	75.000-75.000	90.000-80.000	115.000-75.000	120.000-60.000		
b_j	80	40	100	80	20	320

Hasil reduksi baris dan kolom setelah dikurangkan, sebagai berikut:

Tabel 2.4 Hasil Reduksi Baris dan Reduksi Kolom

	K	L	M	N	dummy	a_i
A	40.000	20.000	15.000	0	0	100
	100.000	80.000	75.000	60.000		
	50.000	30.000	55.000	60.000		
B	15.000	0	20.000	10.000	0	120
	125.000	110.000	130.000	120.000		
	50.000	30.000	55.000	60.000		
C	0	15.000	40.000	45.000	0	100
	75.000	90.000	115.000	120.000		
	0	10.000	40.000	60.000		
b_j	80	40	100	80	20	320

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.

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

f. Membentuk tabel *Total Opportunity Cost Matrix (TOCM)*

Berdasarkan bentuk Persamaan (2.3) untuk mendapatkan tabel TOCM, biaya persediaan Persediaan i ke titik permintaan j , dikurangkan dengan elemen terkecil pada baris ke- i dan di tambah dengan biaya transportasi dari titik persediaan i ke titik permintaan j lalu dikurangkan dengan biaya elemen biaya terkecil pada kolom ke- j . Sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$TOCM_{11} = (100.000 - 60.000) + (100.000 - 75.000) \\ = 65.000;$$

$$TOCM_{12} = (80.000 - 60.000) + (80.000 - 80.000) \\ = 20.000;$$

$$TOCM_{13} = (75.000 - 60.000) + (75.000 - 75.000) \\ = 15.000;$$

$$TOCM_{21} = (125.000 - 110.000) + (125.000 - 75.000) \\ = 65.000;$$

$$TOCM_{22} = (110.000 - 110.000) + (110.000 - 80.000) \\ = 30.000;$$

$$TOCM_{23} = (130.000 - 110.000) + (130.000 - 75.000) \\ = 75.000;$$

$$TOCM_{24} = (120.000 - 110.000) + (120.000 - 60.000) \\ = 70.000;$$

$$TOCM_{31} = (75.000 - 75.000) + (75.000 - 75.000) \\ = 0;$$

$$TOCM_{32} = (90.000 - 75.000) + (90.000 - 80.000) \\ = 25.000;$$

$$TOCM_{33} = (115.000 - 75.000) + (115.000 - 75.000) \\ = 80.000;$$

$$TOCM_{34} = (120.000 - 75.000) + (120.000 - 60.000) \\ = 105.000.$$

Maka hasil *TOCM* dapat dibentuk kedalam sebuah tabel sebagai berikut:

Tabel 2.5 Hasil TOCM

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	65.000	20.000	15.000	0	0	100
B	65.000	30.000	75.000	70.000	0	120
C	0	25.000	80.000	105.000	0	100
b_j	80	40	100	80	20	320

- g. Menghitung indikator distribusi pada setiap sel (i, j) .

Berdasarkan Persamaan (2.4) nilai *TOCM* dikurangkan dengan elemen biaya terbesar dibaris ke- i dan dikurangkan dengan elemen terbesar di kolom ke- j . maka didapat:

$$\Delta_{11} = 65.000 - 65.000 - 65.000 \quad \Delta_{12} = 20.000 - 65.000 - 30.000$$

$$= -65.000; \quad = -74.000;$$

$$\Delta_{13} = 15.000 - 65.000 - 80.000 \quad \Delta_{14} = 0 - 65.000 - 105.000$$

$$= -130.000; \quad = -170.000;$$

$$\Delta_{21} = 65.000 - 75.000 - 65.000 \quad \Delta_{22} = 30.000 - 75.000 - 30.000$$

$$= -75.000; \quad = -75.000;$$

$$\Delta_{23} = 75.000 - 75.000 - 80.000 \quad \Delta_{24} = 70.000 - 75.000 - 105.000$$

$$= -80.000; \quad = -110.000;$$

$$\Delta_{31} = 0 - 105.000 - 65.000 \quad \Delta_{32} = 25.000 - 105.000 - 30.000$$

$$= -170.000; \quad = -30.000;$$

$$\Delta_{33} = 80.000 - 105.000 - 80.000 \quad \Delta_{34} = 105.000 - 105.000 - 105.000$$

$$= -105.000; \quad = -105.000.$$

- h. Membuat alokasi pada sel terpilih semaksimal mungkin.

Mengalokasikan semaksimal mungkin pada sel yang mempunyai nilai Δ_{ij} minimum (paling negatif). Selanjutnya mengecek apakah baris atau kolom pada sel terpilih sudah terpenuhi.

Berdasarkan hasil Δ_{ij} pada perhitungan indikator distribusi dapatkan negatif terbesar dan biaya terkecil yaitu Δ_{14} , maka mengisi tabel alokasi sel terpilih dengan memasukkan persediaan semaksimal mungkin

Tabel 2.6 Alokasi Sel Terpilih 1

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000	80.000	75.000	60.000	0	100
				80		
B	125.000	110.000	130.000	120.000	0	120
				-		
C	75.000	90.000	115.000	120.000	0	100
				-		
b_j	80	40	100	80	20	320

Untuk menghitung indikator baru yaitu dengan mengurangi setiap sel dengan nilai terbesar pada kolom dan baris *TOCM*, sehingga didapat

$$\begin{aligned} \Delta_{11} &= 65.000 - 65.000 - 65.000 & \Delta_{12} &= 20.000 - 65.000 - 50.000 \\ &= -65.000; & &= -75.000; \\ \Delta_{13} &= 15.000 - 65.000 - 80.000 & \Delta_{21} &= 65.000 - 75.000 - 65.000 \\ &= -130.000; & &= -75.000; \\ \Delta_{22} &= 30.000 - 75.000 - 30.000 & \Delta_{23} &= 75.000 - 75.000 - 80.000 \\ &= -75.000; & &= -80.000; \\ \Delta_{31} &= 0 - 80.000 - 65.000 & \Delta_{32} &= 25.000 - 80.000 - 30.000 \\ &= -10.000; & &= -85.000; \\ \Delta_{33} &= 80.000 - 80.000 - 80.000 \\ &= -80.000. \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil Δ_{ij} didapatkan negatif terbesar yaitu Δ_{31} , maka mengisi tabel sel alokasi yang kedua sebagai berikut:

Tabel 2.7 Alokasi Sel Terpilih 2

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000 -	80.000	75.000	60.000 80	0	100
B	125.000 -	110.000	130.000	120.000 -	0	120
C	75.000 80	90.000	115.000	120.000 -	0	100
b_j	80	40	100	80	20	320

Menghitung indikator baru, didapatkan:

$$\Delta_{12} = 20.000 - 20.000 - 30.000 \\ = -30.000;$$

$$\Delta_{22} = 30.000 - 75.000 - 30.000 \\ = -75.000;$$

$$\Delta_{32} = 25.000 - 80.000 - 30.000 \\ = -85.000;$$

$$\Delta_{13} = 15.000 - 20.000 - 80.000 \\ = -85.000;$$

$$\Delta_{23} = 75.000 - 75.000 - 80.000 \\ = -80.000;$$

$$\Delta_{33} = 80.000 - 80.000 - 80.000 \\ = -80.000.$$

Berdasarkan Δ_{ij} diatas terdapat nilai Δ_{ij} yang sama, maka dipilih sel ongkos distribusi terkecil yaitu Δ_{13} maka mengisi tabel alokasi ketiga sebagai berikut:

Tabel 2.8 Alokasi Sel Terpilih 3

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000 -	80.000 -	75.000 20	60.000 80	0 -	100
B	125.000 -	110.000	130.000	120.000 -	0	120
C	75.000 80	90.000	115.000	120.000 -	0	100
b_j	80	40	100	80	20	320

Menghitung indikator baru, didapatkan:

$$\begin{aligned} \Delta_{22} &= 30.000 - 75.000 - 30.000 & \Delta_{23} &= 75.000 - 75.000 - 80.000 \\ &= -75.000; & &= -80.000; \\ \Delta_{32} &= 25.000 - 80.000 - 30.000 & \Delta_{33} &= 80.000 - 80.000 - 80.000 \\ &= -85.000; & &= -80.000. \end{aligned}$$

Berdasarkan Δ_{ij} diatas terdapat nilai Δ_{ij} yang sama, maka dipilih sel ongkos distribusi terkecil yaitu Δ_{32} maka mengisi tabel alokasi keempat sebagai berikut:

Tabel 2.9 Alokasi Sel Terpilih 4

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000 -	80.000 -	75.000 20	60.000 80	0 -	100
B	125.000 -	110.000	130.000	120.000 -	0	120
C	75.000 80	90.000 20	115.000 -	120.000 -	0 -	100
b_j	80	40	100	80	20	320

Menghitung indikator baru, didapatkan:

$$\begin{aligned} \Delta_{22} &= 30.000 - 75.000 - 30.000 & \Delta_{23} &= 75.000 - 75.000 - 75.000 \\ &= -75.000; & &= -75.000. \end{aligned}$$

Berdasarkan Δ_{ij} diatas terdapat nilai Δ_{ij} yang sama, maka dipilih sel ongkos distribusi terkecil yaitu Δ_{23} maka mengisi tabel alokasi sel terpilih 5 sebagai berikut:

Tabel 2.10 Alokasi Sel Terpilih 5

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000	80.000	75.000	60.000	0	100
	-	-	20	80	-	
B	125.000	110.000	130.000	120.000	0	120
	-	-	80	-	20	
C	75.000	90.000	115.000	120.000	0	100
	80	20	-	-	-	
b_j	80	40	100	80	20	320

Menghitung indikator baru , didapatkan:

$$\Delta_{22} = 30.000 - 30.000 - 30.000$$

$$= -30.000.$$

Indikator akhir yaitu Δ_{22} maka mengisi tabel alokasi akhir yaitu:

Tabel 2.11 Alokasi Akhir

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000	80.000	75.000	60.000	0	100
	-	-	20	80	-	
B	125.000	110.000	130.000	120.000	0	120
	-	20	80	-	20	
C	75.000	90.000	115.000	120.000	0	100
	80	20	-	-	-	
b_j	80	40	100	80	20	320

Alokasi berhenti pada saat baris dan kolom sudah tepenuhi oleh persediaan dan permintaan, maka didapat x_{13} bernilai 20, x_{14} bernilai 80, x_{22} bernilai 20, x_{23} bernilai 80, x_{25} bernilai 10, x_{31} bernilai 80, dan x_{32} bernilai 20, didapatkan solusi fisibel awal yaitu:

Tabel 2.12 Solusi Fisibel Awal

	K	L	M	N	Dummy	a_i
A	100.000	80.000	75.000	60.000	0	100
	-	-	20	80	-	
B	125.000	110.000	130.000	120.000	0	120
	-	20	80	-	20	
C	75.000	90.000	115.000	120.000	0	100
	80	20	-	-	-	
b_j	80	40	100	80	20	320

$$\begin{aligned}
 \text{Min } z &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 c_{ij} \cdot x_{ij} \\
 &= (20 \times 75.000) + (80 \times 60.000) + (20 \times 110.000) + (80 \times 130.000) + \\
 &\quad (80 \times 75.000) + (20 \times 90.000) \\
 &= 1.500.000 + 4.800.000 + 2.200.000 + 10.400.000 + 6.000.000 + 1.800.000 \\
 &= \text{Rp.}26.700.000
 \end{aligned}$$

Berdasarkan solusi fisibel awal, selanjutnya mengidentifikasi solusi fisibel awal yang diperoleh dari melihat apakah banyaknya variabel basis sama dengan banyak baris ditambah banyaknya kolom dikurangi 1 ($m+n-1$). Variabel basis berjumlah 7, dan $(3+5-1)=7$ seimbang, selanjutnya mencari solusi optimum dengan metode *stepping stone*.

Setelah diperoleh solusi fisibel awal dengan metode *TOCM-SUM Approach*, selanjutnya untuk menentukan solusi optimal digunakan metode *stepping stone*. Menurut Pranati dkk (2018), adapun langka-langkah yang dilakukan dalam metode *stepping stone* yaitu dengan menentukan jalur tertutup pada kotak-kotak kosong yang terdapat pada matiks transportasi solusi fisibel awal, setelah itu akan diberi perubahan biaya yang dihasilkan dari masing-masing jalur tersebut, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_{11} &= A_{11} - A_{13} + B_{23} - B_{22} + C_{22} - C_{11} \\
 &= 100.000 - 75.000 + 130.000 - 110.000 + 90.000 - 75.000 \\
 &= 60.000;
 \end{aligned}$$

- 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.

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.

$$\begin{aligned} A_{12} &= A_{12} - A_{13} + B_{23} - B_{22} \\ &= 80.000 - 75.000 + 130.000 - 110.000 \\ &= 25.000; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{21} &= B_{21} - B_{22} + C_{22} - C_{31} \\ &= 125.000 - 110.000 + 90.000 - 75.000 \\ &= 30.000; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{34} &= B_{34} - B_{33} + C_{13} - C_{14} \\ &= 120.000 - 130.000 + 75.000 - 60.000 \\ &= 5.000; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{33} &= C_{33} - C_{32} + B_{22} - B_{23} \\ &= 115.000 - 90.000 + 110.000 - 130.000 \\ &= 5.000; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{34} &= C_{34} - C_{32} + B_{22} - B_{23} + A_{13} - A_{34} \\ &= 120.000 - 90.000 + 110.000 - 130.000 + 75.000 - 60.000 \\ &= 25.000; \end{aligned}$$

Terlihat dari jalur bahwa biaya dari jalur penambahan dan pengurangan diperoleh perubahan biaya positif, maka hal tersebut dikatakan optimal, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 c_{ij} x_{ij} \\ &= (20 \times 75.000) + (80 \times 60.000) + (20 \times 110.000) + (80 \times 130.000) + \\ &\quad (80 \times 75.000) + (20 \times 90.000) \\ &= 1.500.000 + 4.800.000 + 2.200.000 + 10.400.000 + 6.000.000 + 1.800.000 \\ &= \text{Rp.} 26.700.000 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan *TOCM-SUM Approach* dengan indikator distribusi diperoleh solusi biaya yaitu sebesar Rp. 26.700.000. Selanjutnya diuji optimalisasi dengan menggunakan metode *stepping stone* sehingga di peroleh biaya yang sama yaitu Rp. 26.700.000.

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.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Masalah metode transportasi ini dapat diselesaikan dengan metode *TOCM-SUM Approach*. Adapun langkah-langkah dalam penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data pada Perum Bulog Wilayah Sumatera Barat Jl. Thamrin No 24, Alang Laweh, Kec. Padang Selatan, Kota Padang Sumatera Barat
2. Membuat tabel transportasi.
3. Memodelkan masalah transportasi dengan cara sebagai berikut:
 - a. Mendefinisikan variabel-variabel keputusan yang terdapat dalam data.
 - b. Mengidentifikasi fungsi tujuan.
 - c. Mengidentifikasi fungsi kendala.
4. Menyelesaikan model algoritma *TOCM-SUM Approach* sebagai berikut :
 - a. Mengkonstruksi tabel transportasi.
Menyusun tabel transportasi yang menunjukkan sumber asal dan tujuan yang akan dikirim. Pada masalah transportasi seimbang dapat langsung ke langkah 2, akan tetapi pada masalah transportasi tidak seimbang dapat dibuat seimbang dengan memasukkan kolom dummy atau baris dummy.
 - b. Melakukan reduksi baris dan reduksi kolom.
Memilih elemen biaya terkecil pada setiap baris yang dinotasikan dengan C_{ik} , kemudian melakukan reduksi baris dengan cara mengurangi setiap elemen biaya (C_{ij}) pada setiap baris dengan C_{ik} dan menempatkan di kanan atas sesuai elemen biayanya. Reduksi baris ini biasanya disebut *Row Opportunity Cost Matrix (ROCM)*. Menerapkan operasi yang sama untuk setiap baris lainnya.
 - c. Membentuk tabel *Total Opportunity Cost Matrix (TOCM)* dengan menggunakan Persamaan (2.2).
 - d. Menghitung indikator distribusi.
Menghitung indikator distribusi pada setiap sel (i, j) yang dijelaskan pada Persamaan (2.3).

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.

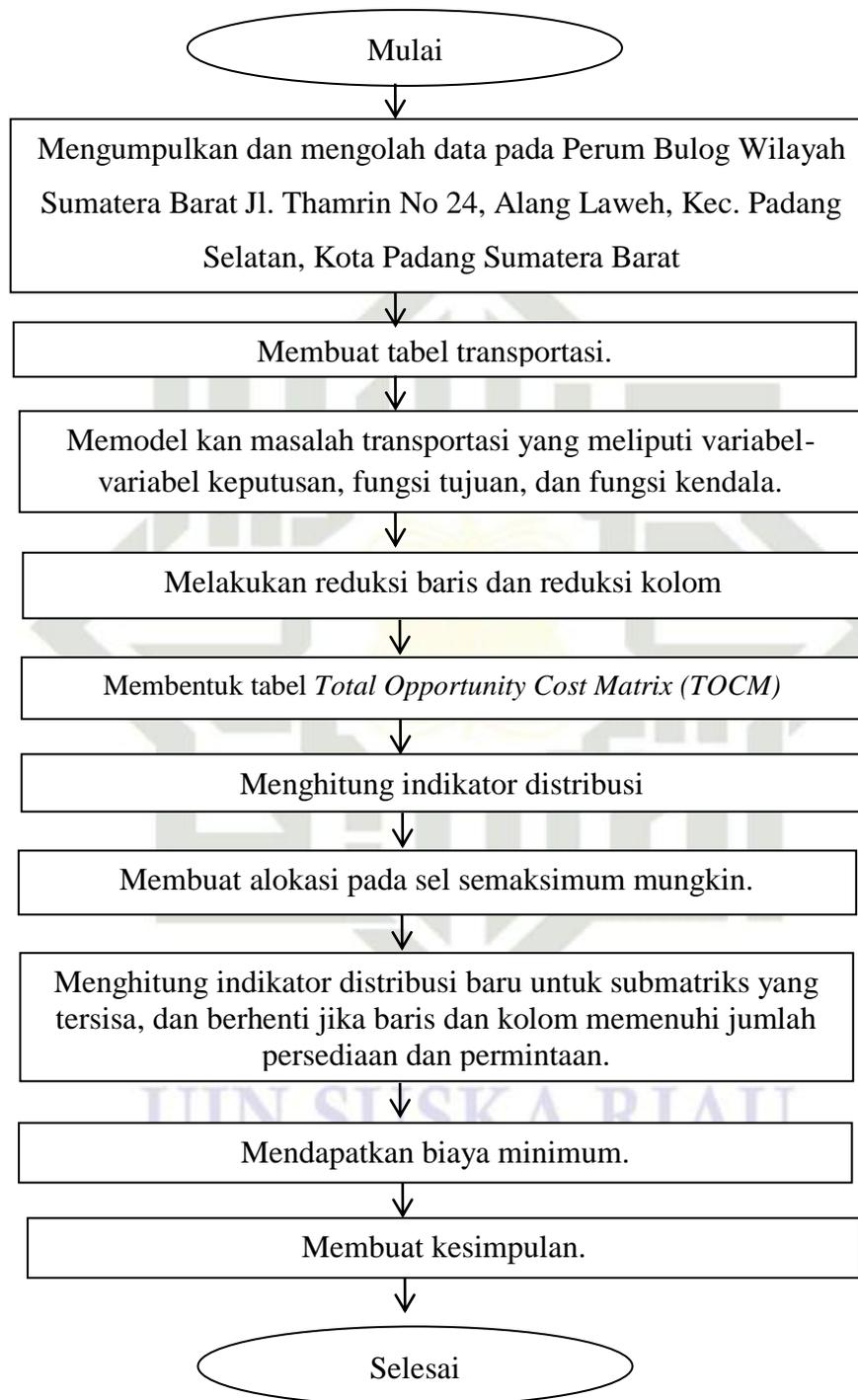
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- e. Membuat alokasi pada sel semaksimal mungkin.
Mengalokasikan semaksimal mungkin pada sel yang mempunyai nilai Δ_{ij} minimum (paling negatif). Selanjutnya mengecek apakah baris atau kolom pada sel terpilih sudah terpenuhi.
 - f. Menghitung indikator distribusi baru.
Menghitung indikator distribusi baru untuk submatriks yang tersisa seperti langkah (d) dengan mengabaikan baris atau kolom yang sudah terpenuhi. Selanjutnya alokasikan sesuai langkah (e) sampai semua baris dan kolom memenuhi jumlah persediaan dan permintaan.
 - g. Mendapatkan biaya minimum.
Menghitung biaya minimum dengan menjumlahkan hasil kali jumlah alokasi barang dengan biaya transportasi awal sesuai alokasi.
5. Uji optimalisasi menggunakan metode *stepping stone*.
 6. Membuat kesimpulan.

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

Adapun *flowchart* untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan Bab IV, penyelesaian masalah pendistribusian beras raskin Perum Bulog Sub Divre Bukittinggi menggunakan fungsi tujuan meminimumkan biaya transportasi. Data yang digunakan pada kasus ini data per bulan pada tahun 2018. Pendistribusian Perum Bulog Sub Divre Bukittinggi memiliki 5 gudang penyimpanan beras yaitu Koto Malintang, Tanjung Pati, Sago, Baluang Baririk, dan Dama akan didistribusikan ke 7 daerah yaitu Kab. Pasaman, Kab. Pasaman Barat, Kab. Agam, Kab. 50 Kota, Kota Payakumbuh, Kota Padang Panjang, Kota Bukittinggi. Berdasarkan perhitungan menggunakan *TOCM-SUM Approach* diperoleh solusi biaya transportasi sebesar Rp. 95.818.540. Pada kasus ini *TOCM-SUM Approach* menghasilkan solusi yang sudah optimal setelah dilakukan pengecekan dengan metode *stepping stone* yaitu dengan biaya Rp. 95.818.540.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, penulis berharap kepada Perum Bulog Divre Bukittinggi agar metode *TOCM-SUM Approach* dipertimbangan untuk menghitung biaya transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Dwi Anita., dkk. "Solusi Masalah Transportasi Menggunakan TOCM-Sum Approach dengan menggunakan indikator distribusi". *Jurnal Matematika Universitas Diponegoro*. Vol. 19, No 3, 2016.
- Dimiyati, Tjuju T., dan Dimiyati, Ahmad. "Operation Research Model-Model Pengambilan Keputusan". Bandung: Sinar Baru Algesindo, 2011.
- Heizer Jay, Render Barry. "Operations Management". Jakarta: Salemba Empat, 2005.
- Hillier dan Lieberman. "Introduction Operationd Research 8th Edition", terj. Parama Kartika Dewa, The Jin Ai, Slamet Setio Wigati, Dhewiberta Hardjono, Penelitian Operasional, Edisi I. Yogyakarta: Andi, 2008.
- N.M.A Pranati., dkk. "Optimasi Transportasi Pendistribusian Keramik Menggunakan Model Transportasi Metode Stepping Stone (Studi Kasus: PT. Indah Bangunan)". *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*. Vol 15, No 1, 2018.
- Prawirosentono, Suyadi. "Riset Operasi dan Enokofisika". Jakarta: PT Bumi Aksara, 2005.
- Rahman, Aminur., dkk. "Determination of Initial Basic Feasible Solution of A Transportation Problem: A TOCM-SUM Approach". *Jurnal Matematika Universitas Jahangirnaar*,2015.
- Sarjono, Haryadi. "Aplikasi Riset Operasi". Jakarta: Salemba Empat, 2010.
- Siswanto. "Operation Research Jilid 1". Jakarta: Erlangga, 2007.
- Subagyo, Pangerstu, dkk. "Dasar-dasar Operations Research Edisi Kedua". Yogyakarta: PT BPFE, 2000.
- Taha, Hamdi A. "Riset Operasi Suatu Pengantar jilid 1". Jakarta: Bina Rupa Aksara,1996





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 dilahirkan di Padang, pada tanggal 21 Juni 1998, sebagai anak ketiga dari lima bersaudara pasangan Bapak Armawan dan Ibu Zulni Efita, dengan empat saudara yaitu Ladyka Viola Aulia Armawan, Ladiesvia Dwinta Aulia Armawan, Ladynda Maghfira Aulia Armawan dan Ladysha Humaira Aulia Armawan. Penulis menyelesaikan Pendidikan Formal Sekolah Dasar Negeri 17 Bungo Pasang pada tahun 2010, Sekolah Menengah Pertama penulis di SMPN 7 Padang

pada tahun 2013 dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas dengan Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di SMAS Pembangunan Laboratorium Universitas Negeri Padang pada tahun 2016.

Setelah menyelesaikan bangku SMA, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan lulus di Fakultas Sains dan Teknologi dengan Program Studi Matematika. Pada Bulan Januari 2019, penulis melaksanakan Kerja Praktek di RSJ Tampan Riau dengan judul “PENERAPAN METODE LEAST SQUARE (KUADRAT TERKECIL) DALAM MENENTUKAN JUMLAH KUNJUNGAN RAWAT JALAN, KUNJUNGAN RAWAT INAP, DAN KUNJUNGAN IGD (Studi Kasus : Rumah Sakit Jiwa Tampan)” yang dibimbing oleh ibu Fitri Aryani, M.Sc dan diseminarkan tanggal 4 Juli 2019. Pada bulan Juli-Agustus 2019 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kabupaten Kuantan Singingi, Kecamatan Hulu Kuantan, Desa Serosah.