

**PENERAPAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM APPROACH* (TOCM-SUM APPROACH) DALAM
MENGOPTIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI
(STUDI KASUS: PT. CIOMAS ADISATWA PADANG)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
MELISA
NIM. 17030073/2017**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Penerapan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM APPROACH) dalam Mengoptimalkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: Pt. Ciomas Adisatwa Padang)

Nama : Melisa

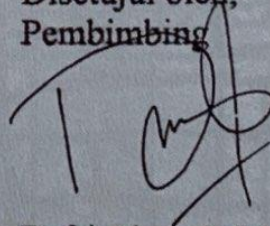
NIM : 17030073

Program Studi : Matematika

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 10 November 2021
Disetujui oleh,
Pembimbing



Defri Ahmad, S.Pd, M.Si
NIP.19880909 201404 1 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Melisa
NIM / TM : 17030073/2017
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan Judul Skripsi

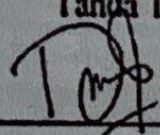
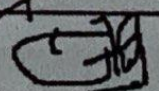
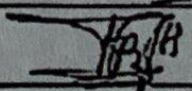
PENERAPAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM APPROACH* (TOCM-SUM APPROACH) DALAM MENGOPTIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI (STUDI KASUS: PT. CIOMAS ADISATWA PADANG)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Matematika Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 10 November 2021

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Defri Ahmad, S.Pd, M.Si
Anggota	: Dra. Hj. Helma, M.Si
Anggota	: Dr. Arnellis, M.Si

Tanda Tangan




SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Melisa
NIM : 17030073
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Penerapan Metode Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach (Tocm-Sum Approach) dalam Mengoptimalkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: Pt. Ciomas Adisatwa Padang)”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 15 November 2021

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Matematika,



Dra. Media Rosha, M.Si
NIP. 19620815 1987032 004

Saya yang menyatakan



Melisa
NIM. 17030073

**PENERAPAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM APPROACH* (TOCM-SUM APPROACH) DALAM MENGOPTIMALKAN
BIAYA TRANSPORTASI
(STUDI KASUS: PT. CIOMAS ADISATWA PADANG)**

Melisa

ABSTRAK

Permasalahan dalam hal pengangkutan produk sering terjadi dalam sebuah perusahaan. Dari banyak faktor dalam sebuah perusahaan untuk memaksimalkan keuntungannya, salah satunya adalah kemampuan untuk mengirimkan produk tepat waktu dengan biaya transportasi yang rendah. PT. Ciomas Adisatwa Padang mendistribusikan produknya ke sekitar wilayah depo dan mengeluarkan dana yang cukup besar. Jika biaya transportasi yang dikeluarkan besar maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang kecil sehingga melalui metode transportasi perusahaan akan mendistribusikan produknya dengan lebih efisien dengan biaya yang rendah.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui berapa hasil dari optimalisasi biaya transportasi di PT. Ciomas Adisatwa Padang dengan metode awal *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* dan metode akhir *Stepping Stone* sebagai uji optimalisasi. Pengoptimalan ini dilakukan dalam penelitian terapan yang menggunakan data sekunder yang berasal dari PT. Ciomas Adisatwa Padang pada bulan Juli 2021. Data yang digunakan adalah data jumlah persediaan produk, data permintaan produk dan data biaya transportasi dari gudang ke tempat tujuan pada bulan Juli 2021.

Hasil perhitungan dengan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* sebesar Rp. 8.677.366 dan *Stepping Stone* sebesar Rp. 8.030.974. Hasil perhitungan ini membuktikan bahwa biaya transportasi lebih optimal dari pada biaya yang diperhitungkan oleh perusahaan pada bulan Juli 2021 sebesar Rp. 10.283.417 maka perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 21% dari total biaya awal.

Kata kunci—Biaya Transportasi, *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach*, *Stepping Stone*

**APPLICATION OF TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM
APPROACH (TOCM-SUM APPROACH) METHOD IN OPTIMIZING
TRANSPORTATION COSTS
(CASE STUDY: PT. CIOMAS ADISATWA PADANG)**

Melisa

ABSTRACT

Product distribution issues are common to happen in a business company. From many factors in a company to maximize profits, one of them is the ability to deliver products on time at the minimum cost in transportation. PT. Ciomas Adisatwa Padang distributes their products in the area of the depot and spends a lot of money. The company will earn small profits if the shipping costs are too much. If the transportation costs are too much the company will earn small profits so that through the method of transport company will distribute its products more efficiently with a low cost.

The purpose of the research was to find out how much the results of optimizing transportation costs at PT. Ciomas Adisatwa Padang using the methods of the initial Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach and the method of final Stepping Stone as a test of the optimization. The result is carried out using secondary data recorded from the PT. Ciomas Adisatwa Padang in July 2021 in applied research. The Data used is the data on the number of product inventory, data, product demand and data transportation costs from the warehouse to the destination place in July 2021.

The results of calculations by the method of Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach are Rp. 8.677.366 and the Stepping Stone is Rp. 8.030 974. The results of this calculation proves that the cost of transportation is more optimal than at a cost which is taken into account by the company in July 2021 Rp. 10.283.417 then the company can save the cost of 21% of the total initial cost.

Keywords—Transportation Cost, Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach, Stepping Stone

KATA PENGANTAR



Dengan selalu memanjatkan rasa syukur dengan lafadzh *alhamdulillah* atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Penerapan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) dalam Mengoptimalkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: PT. Ciomas Adisatwa Padang)”**. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini dimaksud guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Matematika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Padang (UNP). Selama melakukan penelitian sekaligus dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini peneliti banyak mendapatkan dorongan dan bantuan dari berbagai belah pihak, oleh sebab itu pada kesempatan yang baik ini tak lupa peneliti ucapkan terima kasih atas bantuan berupa dukungan, semangat, bimbingan, petunjuk, nasihat dan kerja sama dari berbagai pihak, yaitu kepada:

1. Bapak Defri Ahmad, S.Pd, M.Si Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dra. Helma, M.Si Dosen Penasehat Akademik serta Dosen Pembahas.
3. Ibu Dr. Arnellis, M.Si Dosen pembahas.
4. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si Ketua Program Studi Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang.

5. Orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan restunya.
6. Semua pihak yang turut membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis dapat menjadi amal ibadah di sisi Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan sangat jauh dari kata sempurna, karena itu penulis megaharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penulisan dimasa yang akan datang. Namun penulis juga berharap bahwa penyusunan skrips ini turut memperkaya khasanah ilmu dan bermanfaat bagi siapapun yang membacanya. Tak lupa penulis mengucapkan minta maaf jika terdapat kesalahan dalam penyusunan kata-kata dan kurang berkenan dihati pembaca.

Padang, 2021

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Deskripsi Perusahaan	7
B. Riset Operasi	7
C. Program Linear	9
D. Metode Transportasi	12
E. Metode <i>Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach</i> (TOCM-SUM APPROACH)	16
F. Metode <i>Stepping Stone</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
A. Jenis Penelitian	20
B. Data dan Sumber Data	20

C. Teknik Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Deskripsi Data.	24
B. Perhitungan dengan metode <i>Total Oppotunity Cost Matrix-Sum Approach</i> (TOCM-SUM APPROACH).....	26
C. Perhitungan dengan metode <i>Stepping Stone</i>	36
D. <i>Excel Solver</i>	39
E. Pembahasan	42
BAB V PENUTUP.....	42
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel 1. Tabel Transportasi.....	13
2. Tabel 2. Biaya Transportasi produk per Kg di bulan Juli 2021	24
3. Tabel 3. Kapasitas gudang pada bulan Juli 2021	25
4. Tabel 4. Jumlah Permintaan produk per Kg bulan Juli 2021	25
5. Tabel 5. Tabel Transportasi setelah penambahan kolom <i>dummy</i>	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Langkah awal pada lembar kerja Excel.....	40
2. <i>Solver Parameter</i>	41
3. Hasil perhitungan biaya transportasi dengan Excel	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat izin penelitian.....	46
2. Surat balasan izin penelitian.....	47
3. Data biaya transportasi per kg dalam sekali pengiriman bulan Juli 2021 .	48
4. Data kapasitas gudang bulan Juli 2021	49
5. Data jumlah permintaan per kg dalam sekali pengiriman bulan Juli 2021	50
6. Reduksi Baris dan Kolom	51
7. Hasil Penjumlahan Reduksi Baris dan Kolom	52
8. Hasil <i>Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM).....	53
9. Alokasi 1 <i>Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM).....	54
10. Alokasi 2 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	55
11. Alokasi 3 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	56
12. Alokasi 4 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	57
13. Alokasi 5 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	58
14. Alokasi 6 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	59
15. Alokasi 7 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	60
16. Alokasi 8 <i>Total Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	61
17. Solusi Awal dengan <i>Total Opportunity Cost Matrix</i> (TOCM)	62
18. Evaluasi Sel Kosong dengan Metode <i>Stepping Stone</i>	63
19. Iterasi 1 dengan <i>Stepping Stone</i>	64
20. Iterasi 2 dengan <i>Stepping Stone</i>	65
21. Iterasi 3 dengan <i>Stepping Stone</i>	66
22. Iterasi 3 dengan <i>Stepping Stone</i>	67
23. Solusi Akhir dengan <i>Stepping Stone</i>	68

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Setiap perusahaan memiliki persaingan antar perusahaan lain dalam menyediakan produk untuk menarik minat konsumen, perusahaan harus dapat mempertahankan eksistensinya untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan mampu membuat konsumen tetap puas. Jika konsumen mengalami penurunan kepuasan dapat menyebabkan penurunan kepercayaan konsumen. Perusahaan dapat mengembangkan usahanya untuk meningkatkan produksi barang agar memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya dengan resiko yang paling kecil.

Salah satu faktor keberhasilan perusahaan dalam memaksimalkan keuntungannya adalah bagaimana perusahaan dapat memberikan produk pada waktu yang tepat dan dengan biaya transportasi yang rendah. Menurut Taha (1996), dalam hal pendistribusian barang untuk sampai ke konsumen, biaya distribusi yang optimal merupakan salah satu faktor yang menentukan kepuasan konsumen terhadap produk.

Pendistribusian barang adalah kegiatan yang wajib dilakukan pengusaha untuk menyalurkan, menyerahkan, dan mengirimkan barang yang dijualnya atau dipasarkannya kepada konsumen atau pelanggan. Menurut Tjiptono (2008:185) distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang bertujuan untuk mempromosikan dan mempermudah pengiriman barang dan jasa dari produsen ke konsumen sehingga penggunaannya memenuhi syarat yang telah ditetapkan (jenis, jumlah, harga, lokasi dan waktu). Distribusi

merupakan suatu proses kegiatan pemasaran yang mempermudah kegiatan penyaluran barang atau jasa dari pihak produsen ke pihak konsumen (Tjiptono 2008:190).

Dalam menghadapi masalah pendistribusian barang banyak perusahaan tidak dapat mencapai sasaran penjualan hanya karena tidak tepatnya pendistribusian yang digunakan yang mengakibatkan melonjaknya biaya distribusi barang dan jika terjadi kesalahan dalam pendistribusian maka akan mengganggu proses penyaluran barang untuk sampai ke konsumen dan secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap penjualan perusahaan. Dalam melakukan pendistribusian barang biaya transportasi adalah hal yang harus diperhatikan oleh perusahaan karena mempunyai peranan yang sangat penting bagi kemajuan dari suatu perusahaan dan untuk menekan angka pengeluaran yang terlalu besar maka perusahaan harus mampu meminimalkan pengeluarannya.

Salah satu perusahaan yang mengoptimalkan pendistribusian produknya berupa produksi olahan daging ayam adalah PT. Ciomas Adisatwa Padang. Perusahaan ini mendistribusikan produknya ke sekitar wilayah depo yaitu ke kecamatan Koto Tangah, Padang Utara, Padang Barat, Padang Timur, Kuranji dan beberapa wilayah seperti Bukittinggi, Solok, dan Dharmasraya. Menurut Pak Irwan selaku *Head Of Unit*, pada bulan Juli 2021 perusahaan ini mengeluarkan biaya pendistribusian atau biaya transportasi sebesar Rp. 10.283.417. Biaya transportasi ini dapat diminimumkan dengan perencanaan pendistribusian secara tepat sehingga biaya transportasi yang dikeluarkan menjadi lebih optimal.

Menurut Pak Irwan perusahaan ini memiliki kendala dalam pendistribusian produk dimana biaya transportasi yang dikeluarkan cenderung besar yaitu diantara bulan Januari, Mei, Juni dan Juli yaitu Rp. 7.277.124, Rp. 8.274.339, Rp. 10.557.026 dan Rp. 10.283.417 karena kurang teraturnya pengaturan jumlah pengiriman produk dari setiap gudang ke tempat tujuan. Jika biaya transportasi yang dikeluarkan besar maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang kecil. Kemudian adanya kendala dalam pengiriman produk ke sekitar depo dimana keterbatasan ini meliputi produk yang diantar harus tepat waktu dan pengiriman produk ke tujuan tidak dapat diantar dalam sekali pengantaran atau dalam sekali waktu. Perusahaan juga harus dapat mengatur biaya transportasi yang digunakan untuk mendistribusikan barang tersebut sehingga masih terdapat beberapa kesalahan antara pengeluaran dan pendapatan perusahaan sehingga berdampak pada kerugian perusahaan.

Untuk mengatasi masalah transportasi atau pendistribusian barang dari sumber ke tempat tujuan diperlukan metode transportasi yang sesuai dan efektif. Dimana metode transportasi secara khusus berkaitan dengan masalah pendistribusian dari pusat-pusat pengiriman ke pusat-pusat penerimaan. Tujuan dari metode transportasi ini adalah untuk mengetahui jumlah barang yang harus dikirim dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan guna meminimalkan atau mengurangi total biaya distribusi.

Menurut Heizer (2016), metode transportasi adalah prosedur berulang untuk memecahkan masalah yang melibatkan meminimalkan biaya pengiriman produk dari serangkaian sumber ke serangkaian tujuan. Karena

lokasi pabrik, gudang, atau pusat distribusi baru merupakan masalah strategis dengan implikasi biaya yang besar, sebagian besar perusahaan mempertimbangkan dan mengevaluasi beberapa lokasi. Dengan berbagai macam faktor obyektif dan subyektif untuk dipertimbangkan, keputusan rasional dibantu oleh sejumlah teknik. Salah satu teknik tersebut adalah metode transportasi.

Metode transportasi menemukan cara paling hemat untuk mendistribusikan pasokan dari beberapa tempat asal ke beberapa tujuan. Titik asal atau sumber dapat berupa pabrik, gudang, agen, atau tempat lain mana pun dari mana barang dikirim. Tujuan adalah setiap titik yang menerima barang. Untuk menggunakan metode transportasi kita perlu mengetahui hal-hal berikut yaitu titik asal dan kapasitas atau pasokan per periode di masing-masing, titik tujuan dan permintaan tiap periode di masing-masing, dan biaya kirim satu unit dari tiap asal ke tiap tujuan.

Metode transportasi memiliki dua langkah utama yaitu pencarian solusi awal dan pencarian solusi akhir. Penyelesaian solusi awal pada penelitian ini menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach), metode ini digunakan untuk menentukan penyelesaian awal dalam masalah transportasi dimana solusi awal pada metode transportasi berfungsi untuk menentukan alokasi distribusi awal yang akan membuat seluruh kapasitas sumber teralokasikan ke seluruh tujuan, belum dapat diketahui optimalisasinya sehingga dilakukan pengujian menggunakan solusi akhir dengan menggunakan metode *Stepping Stone* guna mengecek solusi sudah optimal.

Metode transportasi sangat berguna bagi perusahaan untuk membantu mengoptimalkan distribusi dan mendistribusikan barang dengan lebih efisien. Untuk mengoptimalkan biaya distribusi, diperlukan metode yang tepat agar dapat mendistribusikan produk sampai ke tujuan dengan biaya yang paling murah. Sehingga berdasarkan uraian diatas penulis tertarik membahas **“Penerapan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) dalam Mengoptimalkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: PT. Ciomas Adisatwa Padang)”**

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam mengoptimalkan biaya transportasi data yang digunakan adalah data di bulan Juli 2021 PT. Ciomas Adisatwa Padang.
2. Peneliti menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) untuk menentukan solusi awal dan solusi akhir di optimalisisasi dengan metode *Stepping Stone*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana hasil penyelesaian penerapan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM APPROACH) dalam mengoptimalkan biaya transportasi di PT. Ciomas Adisatwa Padang?”

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah “Mengetahui berapa hasil dari optimalisasi biaya transportasi di PT. Ciomas Adisatwa Padang

dengan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) dan *Stepping Stone*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan penulis dan pembaca dalam menyelesaikan masalah optimasi biaya transportasi dengan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach).
2. Sebagai bahan acuan dan mempermudah perusahaan dalam mengatur biaya transportasi yang digunakan untuk pendistribusian barang.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan penelitian lainnya.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Perusahaan

PT. Ciomas Adisatwa Padang beralamat di Kawasan Industri Padang Nagari Kasang, Batang Anai Padang Pariaman. Perusahaan ini merupakan anak perusahaan di bawah naungan PT. Japfa yang bergerak di bidang bisnis ayam broiler. PT. Ciomas Adisatwa Padang memproduksi olahan daging ayam yang diolah secara higienis dan berkualitas. Jenis produk yang dihasilkan adalah karkas ayam yang di distribusikan disekitar wilayah depo yaitu ke wilayah per kecamatan seperti Koto Tengah, Padang Utara, Padang Barat, Padang Timur, Kuranji dan beberapa wilayah seperti Bukittinggi, Solok, dan Dharmasraya.

B. Riset Operasi

Permulaan aktivitas yang disebut riset operasi (*Operation Research*) umumnya dikaitkan dengan awal Perang Dunia II. Karena upaya perang, ada kebutuhan mendesak untuk mengalokasikan sumber daya yang langka untuk berbagai operasi militer dan kegiatan dalam setiap operasi secara efektif. Oleh karena itu, manajemen militer Inggris dan Amerika Serikat meminta sejumlah besar ilmuwan untuk menerapkan pendekatan ilmiah untuk menangani masalah ini dan masalah strategis dan teknis lainnya.

Akibatnya, mereka diminta melakukan penelitian tentang operasi (militer). Tim ilmuwan ini adalah tim riset operasi pertama. Dengan mengembangkan metode efektif menggunakan alat radar baru, tim-tim ini berperan penting dalam memenangkan Pertempuran Udara Inggris. Melalui penelitian ini mereka mengelola bagaimana pengiringan atau kawalan dan operasi anti kapal

selam dengan lebih baik, mereka juga memainkan peran penting dalam memenangkan Pertempuran Atlantik Utara dan upaya serupa membantu Kampanye Pulau di Pasifik.

Ketika perang berakhir, keberhasilan riset operasi dalam upaya perang mendorong minat untuk menerapkan riset operasi di luar militer juga. Pada awal 1950-an, penggunaan riset operasi telah diperkenalkan ke berbagai organisasi seperti bisnis, industri, dan pemerintahan yang menyebabkan penyebaran riset operasi semakin meningkat. Setelah perang, banyak ilmuwan yang telah berpartisipasi dalam tim riset operasi atau yang telah mendengar tentang pekerjaan ini termotivasi untuk mengejar penelitian yang relevan (Hillier 2001:1).

George Dantzig pada tahun 1947 mengembangkan metode simpleks dan matriks untuk menyelesaikan masalah dalam program linier yang merupakan salah satu teknik riset operasi. Kemudian pada tahun 1950 disempurnakan dengan memproduksi beberapa peralatan penelitian riset operasi standar, seperti program linier, program dinamis, teori antrian dan teori pengendalian persediaan. Riset operasi sangat berguna bagi pengambil keputusan untuk memecahkan masalah pengalokasian sumber daya yang langka dan terbatas, kemudian mengarahkan, mengkoordinasikan dan mengendalikan berbagai jenis operasi atau kegiatan baik yang menguntungkan maupun tidak dalam organisasi (Syaifuddin, 2011).

Riset operasi melibatkan prinsip-prinsip pengoptimalan, yaitu bagaimana menggunakan sumber daya (waktu, energi, biaya, dll.) untuk mengoptimalkan hasil. Mengoptimalkan hasil dapat berarti meminimalkan hal-hal yang

merugikan dan memaksimalkan keuntungan. Menurut Siswanto (2007:3) riset operasi adalah penerapan metode ilmiah untuk masalah kompleks yang muncul dalam pengarahan dan pengolahan dari suatu sistem manusia, mesin, material, dan uang di industri, perusahaan, pemerintah, dan departemen pertahanan. Metode khusus ini bertujuan untuk membentuk model ilmiah yang sistematis, menggabungkan pengukuran faktor-faktor seperti peluang dan risiko untuk memprediksi dan membandingkan hasil dan keputusan, strategi dan penawaran.

Tujuannya adalah untuk membantu dalam pengambilan keputusan dalam menentukan kebijakan dan tindakan secara ilmiah. Riset operasi mencari keputusan atau hasil terbaik dari masalah yang memenuhi kondisi tertentu. Dalam proses ini, riset operasi berkaitan dengan model. Model adalah interaksi atau hubungan antar variabel yang mempengaruhi sistem. Model dalam riset operasi merupakan teknik optimasi yaitu suatu teknik pemecahan masalah matematika yang akan menghasilkan jawaban yang optimal atau terbaik.

C. Program Linear

Menurut Hillier (2001:24) pengembangan program linear telah dianggap sebagai salah satu kemajuan ilmiah terpenting pada pertengahan abad ke-20. Pengaruhnya sejak tahun 1950 saja sudah luar biasa dan merupakan alat standar yang telah menghemat ribuan atau jutaan dolar untuk kebanyakan perusahaan atau bisnis di berbagai negara dan penggunaannya di sektor masyarakat telah menyebar dengan cepat. Pemrograman Linear menggunakan model matematika untuk menggambarkan masalah yang menjadi perhatian. Kata sifat linear berarti bahwa semua fungsi matematika dalam model ini diperlukan

untuk fungsi linear. Oleh karena itu, pemrograman linear mencakup perencanaan kegiatan untuk memperoleh hasil yang optimal, yaitu hasil yang mencapai tujuan yang ditentukan terbaik (menurut model matematika) di antara semua alternatif yang layak.

Menurut Heizer (2016:670) pemrograman linier adalah teknik matematika yang banyak digunakan yang dirancang untuk membantu manajer operasi merencanakan dan membuat keputusan yang diperlukan untuk mengalokasikan sumber daya. Sedangkan menurut (Syaifuddin, 2011) pemrograman linier adalah teknik yang membantu dalam membuat keputusan tentang alokasi terbaik dari sumber daya yang terbatas dan langka. Sumber daya - sumber daya terbatas tersebut jika dalam satu industri atau perusahaan meliputi semua faktor-faktor produksi seperti mesin-mesin, tenaga kerja, bahan mentah, modal, teknologi dan informasi.

Pemrograman linier telah terbukti menjadi salah satu alat riset operasi yang paling efektif. Keberhasilannya bermula dari keluwesannya dalam mendeskripsikan berbagai realitas di bidang-bidang berikut: militer, industri, pertanian, transportasi, ekonomi, kesehatan, bahkan ilmu sosial dan perilaku (Taha, 1996:15). Pemrograman linier adalah program tingkat tunggal yang juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah memaksimalkan produksi dan pemanfaatan sumber daya. Dalam menyelesaikan masalah kombinasi produksi mempunyai dua arah, yaitu memaksimumkan keuntungan yang minimum dan meminimumkan biaya- biaya yang maksimal (Syaifuddin, 2011).

Ada dua macam fungsi pada program linier pertama fungsi tujuan yaitu mengarahkan analisa untuk mendeteksi tujuan perumusan masalah. kedua

fungsi kendala yaitu untuk mengetahui sumber daya yang tersedia dan permintaan atas sumber daya tersebut. Kemudian ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam program linear yaitu:

1) Metode Grafik

Metode grafik menggunakan grafik batasan atau kendala sebagai alat untuk menemukan titik optimum terbaik. Metode ini dapat diilustrasikan dan dipecahkan dengan grafik jika ia hanya memiliki dua batasan atau kendala. Kendala dalam program linier menyatakan dimensi ruang berarti dengan jumlah kendala ≥ 4 , maka masalah tidak dapat digambarkan grafiknya sehingga metode grafik tidak dapat dipakai. Meskipun secara teoritis dapat dikerjakan, namun masalah dengan 3 kendala secara praktis sulit digambarkan karena penggambaran dikerjakan dalam 3 dimensi sehingga sulit dikerjakan dengan metode grafik (Siang, 2014:23)

2) Metode Simpleks

Sebagian besar masalah pemrograman linier di dunia nyata memiliki lebih dari dua variabel dan oleh karena itu terlalu rumit untuk melakukan metode grafik. Proses yang disebut metode simpleks dapat digunakan untuk menemukan solusi terbaik untuk jenis masalah ini. Metode simpleks sebenarnya adalah sebuah algoritma (atau sekumpulan instruksi) yang dengannya kita dapat memeriksa titik balik sampai kita mendapatkan solusi terbaik yaitu keuntungan tertinggi atau biaya terendah. Metode simpleks bisa juga diartikan algoritma untuk memecahkan masalah pemrograman linier dari semua ukuran (Heizer, 2016:713)

D. Metode Transportasi

Dasar masalah transportasi ini pertama kali dikemukakan oleh Hitchcock (1941) dan kemudian dijelaskan lebih rinci oleh Koopmans (1949). Kantorovich memberikan pendekatan pertama kali, tetapi Dantzig (1951) yang pertama memberikan formulasi atau rumus pemrograman linier dan metode sistematisnya. Secara khusus, model transportasi berkaitan dengan distribusi barang dari pusat distribusi ke pusat penerima atau tujuan. Permasalahan yang akan diselesaikan oleh model transportasi adalah menentukan distribusi barang yang akan meminimalkan total biaya distribusi (Siswanto, 2007:265)

Metode transportasi merupakan bagian dari topik program linier yang secara khusus membahas tentang distribusi dari tempat asal atau sumber ke tempat tujuan untuk meminimalkan biaya distribusi atau alokasi. Metode transportasi memiliki banyak kegunaan, metode ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah seperti jadwal pengiriman dari pabrik ke lokasi gudang atau area pemasaran, menentukan lokasi pabrik, menentukan wilayah penjualan, jadwal produksi, dan lain-lain (Meflinda, 2011:34)

Menurut Heizer (2016:730) metode transportasi adalah prosedur berulang untuk memecahkan masalah yang melibatkan meminimalkan biaya pengiriman produk dari serangkaian sumber ke serangkaian tujuan. Metode transportasi menemukan cara paling hemat untuk pengiriman pasokan dari beberapa tempat asal ke beberapa tujuan. Titik asal atau sumber dapat berupa pabrik, gudang, agen, atau tempat lain mana pun dari mana barang dikirim. Tujuan adalah setiap titik yang menerima barang.

Pada dasarnya metode transportasi dinyatakan sebagai prosedur khusus untuk memperoleh rencana biaya terendah ketika unit atau produk di beberapa titik pasokan (sumber) dialokasikan ke beberapa titik permintaan (tujuan). Semua ini ditempatkan di sumber dan tujuan yang berbeda. Tujuan dari metode transportasi adalah untuk merencanakan pendistribusian dari sumber ke tujuan untuk meminimalkan total biaya transportasi dengan kendala sebagai berikut:

- 1) Terpenuhinya setiap permintaan tujuan
- 2) Pabrik / gudang / sumber tidak mungkin mengirim komoditas lebih besar dari kapasitasnya.

Metode transportasi merupakan salah satu teknik manajemen pendistribusian produk dari gudang sampai tujuan. Melalui metode transportasi, perusahaan akan mendistribusikan produknya dengan lebih efisien. Model transportasi menggunakan tabel untuk memberikan gambaran umum tentang distribusi, berikut bentuk umum dari tabel transportasi tersebut.

Tabel 1. Tabel Transportasi

Ke Dari	Tujuan				Supply
	T_1	T_2	...	T_j	
S_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{21}	...	c_{1j} x_{1j}	a_1
S_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2j} x_{2j}	a_2
...
S_i	c_{i1} x_{i1}	c_{i2} x_{i2}	...	c_{ij} x_{ij}	a_i
Demand	b_1	b_2	...	b_j	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Sumber: (Jong Jek Siang, 2014)

Keterangan:

a_i : Jumlah persediaan (kapasitas) ke- i , $i = 1, 2, \dots, m$

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

c_{ij} : Biaya transportasi barang dari sumber ke tujuan

x_{ij} : Jumlah barang yang akan diangkut dari sumber ke tujuan

S_i : Daerah asal / sumber barang

T_j : Tempat tujuan distribusi barang

Setelah mendapatkan tabel transportasi maka dapat dimodelkan sebagai berikut:

1) Fungsi Tujuan

Minimumkan / Maksimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.1)$$

atau

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

2) Fungsi kendala

a. Persediaan:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m$$

b. Permintaan:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

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

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

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.2)$$

Dalam persoalan transportasi, batasan tidak selalu terpenuhi atau dengan kata lain jumlah persediaan (kapasitas) yang tersedia mungkin lebih besar atau lebih kecil dari pada jumlah permintaan. Jika hal ini terjadi, maka model transportasi disebut sebagai model yang tidak seimbang. Namun, setiap persoalan transportasi dapat dibuat seimbang dengan menambahkan variabel *dummy*.

Jika total permintaan melebihi total persediaan (kapasitas) maka dibuat suatu variabel *dummy* yang akan memenuhi kekurangan total persediaan yaitu sebesar:

$$dummy = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i \quad (2.3)$$

Sebaliknya, jika total persediaan (kapasitas) melebihi total permintaan maka dibuat suatu variabel *dummy* yang akan memenuhi kekurangan total persediaan yaitu sebesar:

$$dummy = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.4)$$

E. Metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM APPROACH)

Menurut Kirca dan Satir (1990) *Total Opportunity Cost Matrix* (TOCM) dibentuk dengan menambahkan *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM) dan *Coloumn Opportunity Cost Matrix* (COCM) untuk setiap awal baris dalam matriks biaya transportasi. ROCM dihasilkan dari mengurangi biaya terendah pada setiap baris untuk setiap baris dalam matriks biaya transportasi awal, COCM dihasilkan dari mengurangi biaya terendah pada setiap kolom.

Menurut penelitian Aminur Rahman dkk (2015) yang berjudul “*Determinanation of Initial Basic Feasible solution of a transportation Problem: A Tocm-Sum Approach*”. Terdapat algoritma metode (TOCM-SUM APPROACH) yang terdiri dari langkah-langkah berikut:

1) Membuat tabel transportasi.

Membuat tabel transportasi yang menunjukkan sumber atau titik asal dan titik tujuan yang akan dikirim. Pada masalah transportasi seimbang dapat langsung ke langkah 2, tetapi jika pada masalah transportasi tidak seimbang dapat dibuat seimbang dengan memasukkan kolom *dummy* atau baris *dummy*.

2) Melakukan *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM) dan *Column Oppotunity Cost Matrix* (COCM).

Memilih elemen biaya terendah pada setiap baris yang disimbolkan atau dinotasikan dengan C_{ik} , kemudian mengurangkan setiap elemen biaya C_{ij} pada setiap baris dengan C_{ik} . Proses ini disebut *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM).

$$C_{ik} = \min (c_{i1}, c_{i2}, c_{i3}, \dots, c_{in}) \quad (2.5)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Selanjutnya mencari elemen biaya terkecil pada setiap kolom yang dinotasikan dengan C_{kj} , kemudian mengurangkan setiap elemen biaya C_{ij} pada setiap kolom dengan C_{kj} . Proses ini disebut *Column Opportunity Cost Matrix* (COCM).

$$C_{kj} = \min (c_{1j}, c_{2j}, c_{3j}, \dots, c_{mj}) \quad (2.6)$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

3) Membentuk tabel *Total Opportunity Cost Matrix* (TOCM)

$$TOCM_{ij} = (C_{ij} - C_{ik}) + (C_{ij} - C_{kj}) \quad (2.7)$$

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

4) Menghitung indikator distribusi

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

$$\Delta_{ij} = TOCM_{ij} - u_i - v_j \quad (2.8)$$

Dimana

u_i : Elemen terbesar di baris ke- i

v_j : Elemen terbesar di kolom ke- j

5) 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.

6) 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.

7) 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*.

F. Metode *Stepping Stone*

Menurut Siswanto (2007), *stepping stone* menguji tabel optimalitas tabel awal dengan cara perhitungan biaya transportasi C_{ij} sel-sel kosong yang dilewati oleh jalur *stepping stone*. Seperti namanya, metode ini membuat satu jalur tertutup untuk setiap sel kosong dimana sel-sel isi yang lain di dalam jalur tertutup itu dipandang sebagai batu untuk berpijak guna melangkah ke batu

berikutnya. Menurut Heizer (2016), langkah-langkah pengujian *stepping stone* dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pilihlah sel atau kotak yang belum terisi.
- 2) Dimulai dari sel atau kotak yang belum terisi tersebut, telusurilah sebuah jalur tertutup yang kembali ke sel awal melalui sel-sel yang sekarang ini yang sedang digunakan (yang diizinkan hanyalah gerakan vertikal dan horizontal). Walaupun demikian, boleh melangkah sel manapun baik kosong ataupun terisi.
- 3) Mulai dengan tanda plus (+) pada sel yang belum terisi, tempatkan secara bergantian tanda plus dan tanda minus pada setiap sel pada jalur yang tertutup yang baru saja dilalui.
- 4) Hitunglah indeks perbaikan dengan cara menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap sel yang berisi tanda plus, dan kemudian dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap sel berisi tanda minus.
- 5) Ulangi langkah 1-4 sampai semua indeks perbaikan untuk semua kotak yang tidak terpakai sudah dihitung. Jika semua indeks yang dihitung lebih besar atau sama dengan 0, maka solusi optimal sudah tercapai. Jika belum, maka solusi sekarang dapat terus ditingkatkan untuk mengurangi biaya pengiriman total.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Diperoleh biaya transportasi pengiriman produk dari gudang ke tempat tujuan pada bulan Juli 2021 di PT. Ciomas Adisatwa Padang dengan menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) adalah sebesar Rp. 8.677.366 kemudian dilanjutkan dengan uji optimalisasi menggunakan metode *Stepping Stone* diperoleh biaya sebesar Rp. 8.030 974. Perusahaan dapat menghemat pengeluaran biaya transportasi sebesar 21% dari total biaya sebelumnya yaitu Rp. 10.283.417.

B. Saran

1. Dengan menerapkan metode *Total Opportunity Cost Matrix-Sum Approach* (TOCM-SUM Approach) sebagai metode awal dan *Stepping Stone* sebagai metode akhir uji optimalisasi untuk mengoptimalkan dan menghemat biaya transportasi atau pendistribusian produk di PT. Ciomas Adisatwa Padang sehingga pengeluaran biaya transportasi tidak akan lebih besar lagi.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan hasil penelitian secara manual dengan menggunakan program aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Basriati, S., Safitri, E. dan Mat, M., 2020. Optimasimalisasi Biaya Pendistribusian Beras Menggunakan Metode *Tocm-Sum Approach*. Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri., (p. 576).
- Hillier, F.S. dan Lieberman, G.J., 2001. *Introduction to Operations Research*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Icun Holy Yunarto. 2006. *Business Concepts Implementation Series in Sales and Distribution Management*. Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- Heizer, J., Render, B. dan Munson, C., 2016. *Operations management: sustainability and supply chain management*. MTM.
- Meflinda, Astuti. 2011. *Operations Research (Riset Operasi)*. Pekanbaru: UR Press.
- Kirca, Omer, dan Ahmet Satir. 1990. *A heuristic for obtaining and initial solution for the transportation problem*. Journal of the Operational Research Society., 41(9), 865-871.
- Khan, A.R., Vilcu, A., Sultana, N. dan Ahmed, S.S. 2015. *Determination of Initial Basic Feasible Solution of a Transportation Problem: A TOCM-SUM Approach*. Buletinul Institutului Politehnic Din Iasi, Romania, Sectia Automatica si Calculatoare., 61(1), 39-49.
- Khan, A.R., Vilcu, A., Uddin, M.S. and Ungureanu, F. 2015. *A competent algorithm to find the initial basic feasible solution of cost minimization transportation problem*. Buletinul Institutului Politehnic Din Iasi, Romania, Sectia Automatica si Calculatoare., 71-83.