

**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.

**PENGOPTIMALAN BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN  
*VOGEL'S APPROXIMATION METHOD* DAN TIGA METODE  
MODIFIKASI DARI *VOGEL'S APPROXIMATION METHOD*  
(Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh:



**DEWI SARTIKA**  
**11654200047**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGOPTIMALAN BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN  
VOGEL'S APPROXIMATION METHOD DAN TIGA METOD  
MODIFIKASI DARI VOGEL'S APPROXIMATION METHOL  
(Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**DEWI SARTIKA**  
**11654200047**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 25 Juni 2020

**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

### PENGOPTIMALAN BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN VOGEL'S APPROXIMATION METHOD DAN TIGA METODE MODIFIKASI DARI VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)

#### TUGAS AKHIR

**DEWI SARTIKA**  
**11654200047**

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 25 Juni 2020

Pekanbaru, 25 Juni 2020  
Mengesahkan

**Ketua Program Studi**

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



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

#### DEWAN PENGUJI

**Ketua** : Mohammad Soleh, M.Sc.  
**Sekretaris** : Sri Basriati, M.Sc.  
**Anggota I** : Nilwan Andiraja, M.Sc.  
**Anggota II** : Elfira Safitri, M.Mat.

## 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 menyebut 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.

### 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.

## LEMBAR PERNYATAAN

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

Pekanbaru, 25 Juni 2020

Yang membuat pernyataan,

**DEWI SARTIKA**  
**NIM: 11654200047**

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

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabbi'lamin

Rasa syukur belimpah kepada Allah  
Subhanahuwata'ala atas rahmat dan kesempatan  
untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini

Ku persembahkan Tugas Akhir ini kepada orang  
tuaku yang selalu mendampingi dengan tulus, yang  
selalu memanjatkan do'a untukku dalam setiap  
sujudnya tanpa pernah putus

Terimakasih Ayah dan Ibu motivator terbesarku.  
Terimakasih untuk semua rekan-rekan yang telah  
berperan membantu dalam penyelesaian Tugas  
Akhir ini

Salah satu cita telah digapai, tapi ini bukanlah akhir  
dari perjalanan, melainkan awal dari perjuangan

UIN SUSKA RIAU

**PENGOPTIMALAN BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN  
*VOGEL'S APPROXIMATION METHOD* DAN TIGA METODE  
MODIFIKASI DARI *VOGEL'S APPROXIMATION METHOD*  
(Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)**

**DEWI SARTIKA**  
**11654200047**

Tanggal Sidang: 25 Juni 2020  
Periode Wisuda:

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

**ABSTRAK**

Distributor Mata Air Sikumbang Kampar dihadapkan pada permasalahan semakin tingginya biaya distribusi karena tidak teraturnya pola pendistribusian. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya distribusi air minum Mata Air Sikumbang Kampar. Oleh karena itu, dibutuhkan metode transportasi untuk penyelesaian masalah distribusi yang dialami distributor air minum Mata Air Sikumbang Kampar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Vogel's Approximation Method*, *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method*. Berdasarkan hasil penelitian, *Vogel's Approximation Method*, *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method* menghasilkan total biaya solusi awal yang berbeda. *Vogel's Approximation Method* merupakan metode yang lebih efisien, karena memiliki sedikit iterasi untuk memperoleh solusi optimal menggunakan uji optimalitas *stepping stone*. Total biaya pendistribusian air minum Mata Air Sikumbang Kampar per minggu yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar Rp. 4.580.485,00. Hasil ini lebih optimal dari biaya distribusi yang dikeluarkan oleh distributor, yaitu sebesar Rp. 5.050.000,00, sehingga terdapat penurunan biaya distribusi sebesar Rp. 469.515,00.

**Kata Kunci:** *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method*, *Modified Vogel's Approximation Method*, *Vogel's Approximation Method*

- 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.

**OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION COST USING  
VOGEL'S APPROXIMATION METHOD AND THREE  
MODIFICATION METHODS OF VOGEL'S APPROXIMATIN METHOD  
(Case Study: Mata Air Sikumbang Kampar)**

**DEWI SARTIKA**  
**11654200047**

Date of Final Exam : 25 June 2020  
Date of Graduation Ceremony:

Departement of Mathematics  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
JL. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

**ABSTRACT**

*Distribution system Mata Air Sikumbang Kampar is from the main seller and the distributor distributes it to the publics. Distributor Mata Air Sikumbang Kampar is experiencing the problem of increasing the cost of distribution because it does not have a distribution pattern. This research aims to optimize the cost of distribution Mata air Sikumbang Kampar. Therefore, it takes a transportation method to complaint distribution problems experienced by the distributor Mata Air Sikumbang Kampar. The methods used in the study are Vogel's Approximation Method, Improved Vogel's Approximation Method, Max-Min Vogel's Approximation Method and Modified Vogel's Approximation Method. Based on the results of the study, Vogel's Approximation Method, Improved Vogel's Approximation Method, Max-Min Vogel's Approximation Method and Modified Vogel's Approximation Method generate total cost different intial solution. Vogel's Approximation Method is more efficient method, as it has little iterations to obtain the optimal solution using the stepping stone method. Total distribution transportation costs Mata Air Sikumbang Kampar per week uses transportation model is Rp. 4.580.485,00. This result is more optimal of transportation costs distributor, that is Rp. 5.050.000,00, so there is a reduction in a transportation in a amount of Rp. 469.515,00.*

**Keyword:** *Improved Vogel's Approximation Method, Max-Min Vogel's Approximation Method, Modified Vogel's Approximation Method, Vogel's Approximation Method*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrahim*

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena dengan limpahan rahmat dan kasih sayangnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Pengoptimalan Biaya Distribusi Menggunakan *Vogel’s Approximation Method* dan Tiga Metode Modifikasi dari *Vogel’s Approximation Method* (Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)**”. Sholawat beriring salam semoga tercurahkan kepada junjungan alam Nabi besar Muhammad SAW, semoga kita semua mendapat syafaatnya, Amin Ya Robbal Alamin.

Penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis tidak lepas dari bimbingan, bantuan, arahan, nasehat, petunjuk, perhatian serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hati yang tulus penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tersayang yang telah memberikan motivasi, do’a yang tak henti-hentinya, serta kasih sayang yang sangat tulus kepada penulis. Selanjutnya tidak lupa pula ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Akhmad Mujahidin, S.Ag., M.Ag., selaku Rektor UIN Suska 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 Aryani, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Matematika.
5. Ibu Sri Basriati, M.Sc., selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dengan sabar dan ikhlas selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Nilwan Andiraja, M.Sc., selaku penguji I yang telah banyak memberikan kritik serta saran kepada penulis.
7. Ibu Elfira Safitri, M.Mat., selaku penguji II yang telah banyak membantu serta memberikan saran dalam penulisan tugas akhir 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Semua dosen Program Studi Matematika yang telah banyak memberikan ilmu, nasehat serta bimbingannya selama ini kepada penulis.
9. Teman-teman seperjuangan Program Studi Matematika angkatan 2016, yang telah memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam proses penulisan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Sepenuhnya penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam tugas akhir ini, namun penulis sudah berusaha untuk membuat tugas akhir ini semaksimal mungkin, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun kepada pembaca, dimana kritik dan saran dapat dimanfaatkan untuk kemajuan pengetahuan di masa mendatang.

Pekanbaru, 25 Juni 2020

Dewi Sartika

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	v
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-3
1.3 Batasan Masalah .....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-4
1.6 Sistematika Penelitian .....	I-5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Model Transportasi .....	II-1
2.2 Keseimbangan Model Transportasi .....	II-3
2.3 Algoritma Transportasi .....	II-4
2.4 <i>Vogel's Approximation Method (VAM)</i> .....	II-5
2.5 <i>Improved Vogel's Approximation Method (IVAM)</i> .....	II-5
2.6 <i>Max-Min Vogel's Approximation Method (MM-VAM)</i> .....	II-7
2.7 <i>Modified Vogel's Approximation Method (MVAM)</i> .....	II-7
2.8 <i>Metode Stepping Stone</i> .....	II-8

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pendistribusian Air Minum Mata Air Sikumbang.....	IV-1
4.2	Penyelesaian Model Transportasi Pendistribusian Hari Pertama.....	IV-5
4.3	Penyelesaian Model Transportasi Pendistribusian Hari Kedua.....	IV-42
4.4	Penyelesaian Model Transportasi Pendistribusian Hari Ketiga .....	IV-51
4.5	Penyelesaian Model Transportasi Pendistribusian Hari Keempat.....	IV-61

### **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

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

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Model Transportasi.....	II-2
2.2 Matriks TOC.....	II-6
2.3 Biaya Transportasi Pendistribusian .....	II-9
2.4 Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan .....	II-10
2.5 Perhitungan Pertama Penalti Menggunakan Metode VAM .....	II-11
2.6 Perhitungan Penalti Terakhir Menggunakan Metode VAM .....	II-12
2.7 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode VAM.....	II-13
2.8 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.7.....	II-13
2.9 Matriks OC Baris dan OC kolom Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode IVAM .....	II-14
2.10 Matriks TOC Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode IVAM .....	II-15
2.11 Perhitungan Pertama Penalti Menggunakan Metode IVAM.....	II-15
2.12 Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode IVAM .....	II-16
2.13 Solusi Awal Pendistribusian Ikan Menggunakan Metode IVAM .	II-16
2.14 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode IVAM .....	II-17
2.15 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.14....	II-18
2.16 Hasil Perbaikan untuk Sel $x_{11}$ .....	II-18
2.17 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Keempat Alokasi pada Sel Kosong dari Metode IVAM.....	II-19
2.18 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.17....	II-19
2.19 Matriks OC Baris dan OC Kolom Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MM-VAM .....	II-20
2.20 Matriks TOC Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MM-VAM .....	II-21
2.21 Perhitungan Pertama Penalti Menggunakan Metode MM-VAM....	II-21

2.22	Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode MM-VAM...	II-22
2.23	Solusi Awal Pendistribusian Ikan Menggunakan Metode MM-VAM.....	II-22
2.24	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode MM-VAM.....	II-23
2.25	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.24....	II-24
2.26	Hasil Perbaikan untuk Sel $x_{32}$ .....	II-24
2.27	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Kedua Alokasi pada Sel Kosong dari Metode MM-VAM.....	II-25
2.28	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.27....	II-25
2.29	Matriks Tereduksi Baris dan Kolom Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MVAM.....	II-26
2.30	Matriks Tereduksi Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MVAM .....	II-27
2.31	Perhitungan Pertama Penalti Menggunakan Metode MVAM.....	II-27
2.32	Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode MVAM.....	II-28
2.33	Solusi Awal Pendistribusian Ikan Menggunakan Metode MVAM.	II-28
2.34	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode IVAM.....	II-29
2.35	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.34....	II-30
4.1	Data Permintaan Air Minum Mata Air Sikumbang (Per Minggu) ..	IV-2
4.2	Muatan Alat Transportasi (Jerigen).....	IV-2
4.3	Data Biaya Transportasi Per Alat Transportasi.....	IV-3
4.4	Data Biaya Transportasi Per Jerigen .....	IV-4
4.5	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Pertama Air Minum Mata Air Sikumbang .....	IV-5
4.6	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Pertama Air Minum Mata Air Sikumbang dengan <i>Dummy</i> .....	IV-6
4.7	Perhitungan Penalti Pertama Menggunakan Metode VAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-8

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

4.8	Perhitungan Penalti Terakhir Menggunakan Metode VAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-9
4.9	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode VAM .....	IV-10
4.10	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.9.....	IV-10
4.11	Hasil Perbaikan untuk Sel $x_{12}$ .....	IV-12
4.12	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Kedua Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode VAM .....	IV-12
4.13	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.12....	IV-13
4.14	Matriks OC Baris dan OC Kolom Biaya Transportasi untuk Metode IVAM .....	IV-15
4.15	Matriks TOC Biaya Transportasi untuk Metode IVAM .....	IV-16
4.16	Perhitungan Penalti Pertama Menggunakan Metode IVAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-16
4.17	Perhitungan Penalti Terakhir Menggunakan Metode IVAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-17
4.18	Solusi Awal Menggunakan Metode IVAM Pendistribusian Hari Pertama.....	IV-17
4.19	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode IVAM .....	IV-18
4.20	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.19....	IV-19
4.21	Hasil Perbaikan untuk Sel $x_{35}$ .....	IV-20
4.22	Hasil Perbaikan Iterasi Keempat dari Metode IVAM .....	IV-21
4.23	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Keempat Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode IVAM.....	IV-21
4.24	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.23....	IV-22
4.25	Matriks OC Baris dan OC Kolom Biaya Transportasi untuk Metode MM-VAM .....	IV-24
4.26	Matriks TOC Biaya Transportasi untuk Metode MM-VAM .....	IV-25
4.27	Perhitungan Penalti Pertama Menggunakan Metode MM-VAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-25

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.

4.28	Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode MM-VAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-26
4.29	Solusi Awal Menggunakan Metode MM-VAM Pendistribusian Hari Pertama.....	IV-26
4.30	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode MM-VAM.....	IV-27
4.31	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.30....	IV-28
4.32	hasil Perbaikan untuk Sel $x_{25}$ .....	IV-29
4.33	Hasil Perbaikan Iterasi Keempat dari Metode MM-VAM.....	IV-30
4.34	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Keempat Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode MM-VAM.....	IV-30
4.35	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.34....	IV-31
4.36	Matriks Tereduksi Baris dan Kolom Biaya Transportasi untuk Metode MVAM .....	IV-33
4.37	Matriks Tereduksi Biaya Transportasi untuk Metode MVAM .....	IV-33
4.38	Perhitungan Penalti Pertama Menggunakan Metode MVAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-34
4.39	Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode MVAM untuk Pendistribusian Hari Pertama .....	IV-35
4.40	Solusi Awal Menggunakan Metode MVAM Pendistribusian Hari Pertama.....	IV-35
4.41	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode MVAM.....	IV-36
4.42	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.41....	IV-37
4.43	Hasil Perbaikan untuk Sel $x_{22}$ .....	IV-38
4.44	Hasil Perbaikan Iterasi Keempat .....	IV-39
4.45	Jalur Tertutup untuk Perbaikan Keempat Alokasi pada Sel Kosong Pendistribusian Hari Pertama dari Metode MVAM .....	IV-40
4.46	Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 4.45....	IV-40
4.47	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Kedua Air Minum Mata Air Sikumbang.....	IV-42

4.48	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Kedua Air Minum Mata Air Sikumbang dengan <i>Dummy</i> .....	IV-43
4.49	Solusi Awal Menggunakan Metode VAM untuk Pendistribusian Hari Kedua.....	IV-45
4.50	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi Ketiga dari Metode VAM.....	IV-46
4.51	Solusi Awal Menggunakan Metode IVAM Pendistribusian Hari Kedua.....	IV-47
4.52	Solusi Awal Menggunakan Metode MM-VAM untuk Pendistribusian Hari Kedua.....	IV-48
4.53	Solusi awal Menggunakan Metode MVAM untuk Pendistribusian Hari Kedua.....	IV-49
4.54	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi ketiga dari Metode MVAM.....	IV-50
4.55	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Ketiga Air Minum Mata Air Sikumbang.....	IV-51
4.56	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Ketiga Air Minum Mata Air Sikumbang dengan <i>Dummy</i> .....	IV-52
4.57	Solusi Awal Menggunakan Metode VAM untuk Pendistribusian Hari Ketiga.....	IV-54
4.58	Solusi Awal Menggunakan Metode IVAM untuk Pendistribusian Hari Ketiga.....	IV-55
4.59	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi Kedua dari Metode IVAM.....	IV-56
4.60	Solusi Awal Menggunakan Metode MM-VAM untuk Pendistribusian Hari Ketiga.....	IV-57
4.61	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi Ketiga dari Metode MM-VAM.....	IV-58
4.62	Solusi Awal Menggunakan Metode MVAM untuk Pendistribusian Hari Ketiga.....	IV-59

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

4.63	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi Kedua dari Metode MVAM .....	IV-60
4.64	Biaya Transportasi Pendistribusian Hari Keempat Air Minum Mata Air Sikumbang .....	IV-62
4.65	Solusi Awal Menggunakan Metode VAM untuk Pendistribusian Hari Keempat.....	IV-63
4.66	Solusi Awal Menggunakan Metode IVAM untuk Pendistribusian Hari Keempat.....	IV-64
4.67	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi Keempat dari Metode IVAM.....	IV-65
4.68	Solusi Awal Menggunakan Metode MM-VAM untuk Pendistribusian Hari Keempat.....	IV-66
4.69	Solusi Optimal Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> pada Iterasi Kedua dari Metode MM-VAM .....	IV-67
4.70	Solusi Awal Menggunakan Metode MVAM untuk Pendistribusian Hari Keempat.....	IV-68
4.71	Total Biaya Solusi Awal dan Solusi Optimal Menggunakan Metode VAM, IVAM, MM-VAM dan MVAM .....	IV-69

**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 I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air yang berasal dari mata air merupakan air layak konsumsi, karena sudah mengalami *purifikasi* secara alami. Selain itu, mata air dimanfaatkan pelaku usaha berbasis air untuk mendapatkan pasokan air layak konsumsi. Salah satu sumber mata air yang digunakan sebagai usaha air minum adalah Mata Air Sikumbang yang berlokasi di Kecamatan Kampar, tepatnya Desa Pulau Sarak, Rumbio, yang berjarak 1 KM dari Bukit Sikumbang. Sistem pendistribusian air Sikumbang adalah dari penjual utama kemudian distributor meyalurkannya ke masyarakat. Distribusi merupakan salah satu masalah yang dialami pelaku usaha (Shafarda dkk, 2019). Masalah distribusi juga dialami oleh distributor Mata Air Sikumbang.

Kegiatan distribusi memerlukan biaya transportasi. Kasus transportasi timbul ketika suatu perusahaan mencoba menentukan cara pengiriman (distribusi) suatu jenis barang dari sumber ke beberapa tujuan yang sedemikian rupa, hingga semua kebutuhan pada tujuan terpenuhi (Nufus dan Nurdin, 2016). Distribusi dihadapkan pada permasalahan semakin tingginya biaya, karena tidak teraturnya pola pendistribusian dari tempat sumber ketempat tujuan pemasaran. Hal ini, jika dibiarkan akan mengakibatkan kerugian bagi pelaku usaha, sehingga pelaku usaha harus berusaha untuk mengoptimalkan biaya transportasi yang dikeluarkan.

Para pelaku usaha harus pintar dalam menyiasati distribusi yang akan dilakukan dalam usahanya. Supaya tetap mendapatkan keuntungan, perlu dilakukan survei sarana pendistribusian barang yang sesuai kebutuhan dan pengontrolan biaya distribusi. Menyiasati masalah distribusi dibutuhkan metode transportasi agar terpenuhi kebutuhan konsumen dengan persediaan yang ada, serta mendapatkan biaya transportasi minimum dan keuntungan semaksimal mungkin (Nufus dan Nurdin, 2016).

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.

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.

Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal (Suteja, 2017). Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa, karena terdapat perbedaan biaya alokasi dari suatu sumber ketempat tujuan serta perbedaan banyaknya kapasitas transportasi yang ada dan kebutuhan ditempat tujuan. Masalah transportasi dapat diselesaikan dengan beberapa metode yaitu metode *Least Cost*, *North West Corner* dan *Vogel's Approximation Method* (Nufus dan Nurdin, 2016).

*Vogel's Approximation Method* biasanya menghasilkan solusi awal yang lebih baik dari metode *Least Cost* dan *North West Corner* (Pratama dkk, 2017). Tetapi, *Vogel's Approximation Method* dapat menghasilkan solusi yang belum optimal (Amaliah dkk, 2016). Penelitian terkait yang berjudul "Meminimumkan Biaya Distribusi Jeruk Menggunakan *Vogel's Approximation Method* dengan Uji Optimal *stepping stone*" (Shafarda dkk, 2019) menghasilkan solusi awal yang belum optimal. Beberapa penelitian dilakukan untuk menyempurnakan *Vogel's Approximation Method* diantaranya menghasilkan metode *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method*.

*Improved Vogel's Approximation Method* dimodifikasi dengan menggunakan matriks *Total Opportunity Cost* untuk biaya transportasi. *Improved Vogel's Approximation Method* dapat memperoleh solusi awal yang lebih efisien untuk masalah transportasi skala besar dan mengurangi jumlah iterasi (Korokoglu and Serkan, 2011). Penelitian terkait yang pernah dilakukan berjudul "*Application of Improved Vogel's Approximation Method in Minimization of Rice Distribution Costs of Perum BULOG*" menghasilkan perhitungan biaya transportasi yang lebih optimal dari perhitungan perusahaan (Nahar dkk, 2017).

*Max-Min Vogel's Approximation Method* dapat menghasilkan nilai yang lebih optimal dari *Vogel's Approximation Method*. Modifikasi yang dilakukan yaitu mencari matriks *Total Opportunity Cost* dan mencari penalti dengan cara mengurangi antara biaya terbesar (*Max*) dengan biaya terkecil (*Min*) (Amaliah dkk, 2016). Penelitian terkait oleh Tampubolon (2019) yang berjudul

**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.

“Perbandingan Metode *Max-Min Vogel’s Approximation Method* dan *Least Cost Method* untuk Meminimumkan Biaya Distribusi (Studi Kasus: PT. Perkebunan Nusantara IV)” menjelaskan hasil solusi awal menggunakan *Max-Min Vogel’s Approximation Method* lebih baik dari *Least Cost Method*.

*Modified Vogel’s Approximation Method* menghasilkan solusi awal yang sudah optimal. Beberapa langkah yang dimodifikasi dari *Vogel’s Approximation Method* yaitu mencari matriks tereduksi dan mencari penalti dengan cara mencari selisih antara dua nilai terbesar pada setiap baris dan kolom (Ullah et al., 2016). Afiani, dkk (2020) melakukan penelitian terkait yang berjudul “Penerapan *Modified Vogel’s Approximation Method* untuk Meminimumkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: Pabrik Tahu Taufik)” menjelaskan *Modified Vogel’s Approximation Method* dalam pengoptimalan biaya distribusi tahu.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, tugas akhir ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya transportasi pendistribusian air minum dari pengecer air minum sampai ke masyarakat, sehingga pada tugas akhir ini penulis tertarik untuk mengangkat judul “**Pengoptimalan Biaya Distribusi Menggunakan *Vogel’s Approximation Method* dan Tiga Metode Modifikasi dari *Vogel’s Approximation Method* (Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)**”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah, “Bagaimana pengoptimalan biaya distribusi menggunakan *Vogel’s Approximation Method* dan tiga metode modifikasi dari *Vogel’s Approximation Method*?”.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini untuk menghindari pembahasan yang terlalu melebar diantaranya:

1. Data yang digunakan adalah data biaya pendistribusian ke lima daerah tujuan, jumlah kapasitas alat transportasi dan jumlah permintaan air minum Mata Air Sikumbang Kampar.

**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.

2. Data biaya pendistribusian air minum Mata Air Sikumbang Kampar diasumsikan semua alat transportasi mendistribusikan air ke tujuan yang sama.
3. Sumber dari data distribusi air minum Mata Air Sikumbang adalah empat alat transportasi, yaitu Engkel, Grandmax, L300 dan Carry dengan lima daerah tujuan pendistribusian, yaitu Pekanbaru, Tapung, Tandun, Ujung Batu dan Pulau Payung.
4. Penyelesaian masalah transportasi yang dibahas menggunakan metode *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method*.
5. Penelitian ini menggunakan metode *stepping stone* untuk uji optimalitas solusi awal.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah mendapatkan solusi optimal biaya distribusi menggunakan *Vogel's Approximation Method* dan tiga metode modifikasi dari *Vogel's Approximation Method*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan wawasan dalam masalah program linier khususnya penyelesaian masalah transportasi dengan metode *Vogel's Approximation Method*, dan tiga metode modifikasi dari *Vogel's Approximation Method*, yaitu *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method*.
2. Memberikan sumbangan pemikiran khususnya pada ilmu pengetahuan tentang matematika dalam penyelesaian masalah transportasi.
3. Untuk membantu perkembangan ekonomi dan bidang usaha, atau masukan bagi penyedia sarana jasa pendistribusian, terutama untuk usaha air minum Mata Air Sikumbang.

**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.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Landasan teori berisi tentang hal-hal yang dijadikan sebagai dasar teori untuk mengembangkan penulisan tugas akhir.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang metode-metode yang akan digunakan agar dapat memperoleh hasil yang dibutuhkan dalam penulisan tugas akhir ini.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan analisa dan pembahasan mengenai metode *Vogel's Approximation Method*, *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method* dalam menyelesaikan model transportasi.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari seluruh bab disertai dengan saran sebagai hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan.

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.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas teori yang akan digunakan dalam pembahasan “Pengoptimalan Biaya Distribusi Menggunakan *Vogel’s Approximation Method* dan Tiga Metode Modifikasi dari *Vogel’s Approximation Method*”.

#### 2.1 Model Transportasi

Model transportasi berkaitan dengan masalah pendistribusian barang dari pusat pengiriman (sumber) ke pusat penerimaan (tujuan). Masalah transportasi adalah bagian dari persoalan program linier yang membahas tentang minimasi biaya transportasi dari suatu tempat ke tempat lain (Nufus dan Nurdin, 2016). Transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sumber (*supply*) kepada sejumlah tujuan (*demand*). Model transportasi digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber ke tujuan sedemikian rupa untuk meminimumkan biaya transportasi.

Tujuan dari model transportasi adalah merencanakan pengiriman dari sumber ke tujuan untuk meminimumkan total biaya transportasi, dengan kendala-kendala (Siswanto, 2007):

- a. Tidak melampaui kapasitas sumber-sumber.
- b. Memenuhi permintaan tujuan-tujuan.

Data yang dibutuhkan dalam metode transportasi adalah (Nufus dan Nurdin, 2016):

- a. Jumlah persediaan pada setiap daerah sumber dan jumlah permintaan pada setiap daerah tujuan.
- b. Biaya transportasi per unit barang dari daerah sumber menuju berbagai daerah tujuan.

Menurut Dimiyati (2006), ciri-ciri khusus masalah transportasi adalah:

- a. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
- b. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan besarnya tertentu.
- c. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya sesuai dengan permintaan atau kapasitas sumber.
- d. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya tertentu.

Sebelum membuat formulasi program linier untuk masalah transportasi terlebih dahulu membuat tabel transportasi. Tabel untuk model transportasi dapat disusun seperti Tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2.1 Model Transportasi**

Sumber	Tujuan				$a_i$
	$d_1$	$d_2$	...	$d_n$	
$S_1$	$c_{11}$ $x_{11}$	$c_{12}$ $x_{12}$	...	$c_{1n}$ $x_{1n}$	$a_1$
...	...	...	...	...	...
$S_m$	$c_{m1}$ $x_{m1}$	$c_{m2}$ $x_{m2}$	...	$c_{mn}$ $x_{mn}$	$a_m$
$b_j$	$b_1$	$b_2$	...	$b_n$	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

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 dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$

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

Model transportasi:

1. Fungsi Tujuan

$$\text{Minimumkan } Z = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{1n}x_{1n} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \dots + c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} \dots + c_{mn}x_{mn}$$

2. Fungsi Kendala

a. Persediaan:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = a_1$$

$$x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = a_2$$

$$\vdots \quad \ddots \quad \vdots$$

$$x_{m1} + x_{m2} \dots + x_{mn} = a_m$$

b. Permintaan:

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = b_1$$

$$x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = b_2$$

$$\vdots \quad \ddots \quad \vdots$$

$$x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = b_n$$

## 2.2 Keseimbangan Model Transportasi

Masalah transportasi dikatakan seimbang (*balanced program*) apabila jumlah persediaan dari beberapa sumber sama dengan jumlah permintaan, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut (Siswanto, 2007):

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.1)$$

Kasus seimbang tidak selalu terjadi. Pada umumnya, masalah yang lebih sering terjadi adalah permasalahan yang tidak seimbang dimana persediaan (*supply*) lebih besar dari permintaan (*demand*) atau sebaliknya. Dalam kasus masalah tak seimbang metode solusi transportasi membutuhkan sedikit modifikasi yaitu dengan menambahkan kolom *dummy* atau baris *dummy* untuk menyeimbangkan persediaan dengan permintaan.

**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.

Jika permintaan (*demand*) melebihi persediaan (*supply*) maka dibuat sumber *dummy* yang akan memenuhi kekurangan tersebut sebanyak

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

sebaliknya, jika persediaan (*supply*) melebihi permintaan (*demand*) maka dibuat sumber *dummy* yang akan menyerap kelebihan tersebut sebanyak.

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

Biaya transportasi per unit barang dari sumber *dummy* ke seluruh tujuan adalah nol karena alokasi tersebut tidak mempengaruhi solusi dan tidak terjadi pengiriman dari sumber *dummy*.

### 2.3 Algoritma Transportasi

Model transportasi pada saat dikenali pertama kali diselesaikan secara manual dengan algoritma yang dikenal sebagai algoritma transportasi. Menurut Nufus dan Nurdin (2016) langkah-langkah penyelesaian masalah transportasi adalah sebagai berikut:

1. Menerjemahkan masalah dengan menentukan sumber, tujuan, parameter dan variabel dalam bentuk tabel.
2. Menyeimbangkan masalah yang diberikan. Menyeimbangkan berarti mengecek jumlah persediaan harus sama dengan jumlah permintaan. Jika sudah sama, maka menuju langkah 3. Jika tidak, masalah diseimbangkan dengan menambahkan baris *dummy* atau kolom *dummy*. Jika permintaan lebih besar dari persediaan maka ditambahkan baris *dummy* yang persediaannya sama dengan Persamaan (2.2) dan biaya pada kotak tersebut adalah nol. Jika sudah seimbang menuju langkah 3. Koefisien biaya dari *dummy* adalah nol jika persediaan lebih besar dari permintaan, maka ditambahkan kolom *dummy* seperti Persamaan (2.3) dan biaya pada kotak tersebut adalah nol.

**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.

3. Menentukan solusi fisibel awal yang diperoleh dengan empat metode, yaitu:
  - a. *Vogel's Approximation Method* (VAM).
  - b. *Improved Vogel's Approximation Method* (IVAM).
  - c. *Max-Min Vogel's Approximation Method* (MMVAM).
  - d. *Modified Vogel's Approximation Method* (MVAM).
4. Setelah mendapat solusi awal, selanjutnya melakukan uji optimalitas untuk mengetahui apakah solusi tersebut sudah optimal atau belum. Tujuan dari langkah ini adalah menentukan ada atau tidaknya pengiriman dari sumber ke tujuan yang lebih baik menggunakan metode *stepping stone*.
5. Mengidentifikasi dan mengevaluasi solusi akhir.

#### **2.4 *Vogel's Approximation Method* (VAM)**

*Vogel's Approximation Method* (VAM) biasanya menghasilkan solusi awal yang lebih baik daripada metode *North West Corner* (NWC) dan *Least Cost* (Amaliah dkk, 2016). Langkah-langkah metode *Vogel's Approximation Method* sebagai berikut:

1. Menghitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapat dari selisih antara nilai terkecil dari baris dan kolom dengan nilai terkecil kedua dari baris dan kolom yang sama.
2. Memilih nilai penalti terbesar.
3. Berdasarkan langkah ke-2 alokasikan sebanyak mungkin barang pada sel dengan biaya terkecil.
4. Menghentikan proses apabila semua alokasi terpenuhi.
5. Menghitung total biaya yang diperoleh.

#### **2.5 *Improved Vogel's Approximation Method* (IVAM)**

IVAM adalah salah satu metode untuk mendapatkan solusi fisibel awal dalam masalah transportasi, IVAM merupakan metode modifikasi dari VAM. VAM dimodifikasi dengan menggunakan matriks *Total Opportunity Cost* (TOC) dan biaya alokasi alternatif. Adapun langkah-langkah *Improved Vogel's Approximation* sebagai berikut (Korokoglu and Serkan, 2011):

- Membuat matriks *Total Opportunity Cost* (TOC) yang didapat dari penjumlahan *Opportunity Cost* (OC) baris dan OC kolom, dimana untuk OC baris hitung selisih setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut. Sedangkan untuk OC kolom hitung selisih setiap kolom dengan nilai terkecil pada kolom tersebut. Tabel TOC dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 2.2 Matriks TOC**

Sumber	Tujuan				$a_i$
	$d_1$	$d_2$	...	$d_n$	
$S_1$	$TOC_{11}$ $x_{11}$	$TOC_{12}$ $x_{12}$	...	$TOC_{1n}$ $x_{1n}$	$a_1$
...	...	...	...	...	...
$S_m$	$TOC_{m1}$ $x_{m1}$	$TOC_{m2}$ $x_{m2}$	...	$TOC_{mn}$ $x_{mn}$	$a_m$
$b_j$	$b_1$	$b_2$	...	$b_n$	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

- Menghitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapat dari selisih antara nilai terkecil dari baris dan kolom dengan nilai terkecil kedua dari baris dan kolom yang sama.
- Memilih baris dan kolom dengan tiga biaya penalti tertinggi.
- Berdasarkan langkah ke-3 pilih biaya transportasi terkecil dari ketiga penalti tertinggi.
- Mengulangi langkah 2-4 hingga semua alokasi terpenuhi.
- Menghitung total biaya transportasi dengan menggunakan biaya transportasi yang awal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

## 2.6 *Max-Min Vogel's Approximation Method* (MM-VAM)

Metode MM-VAM merupakan modifikasi dari VAM. MM-VAM dapat menghasilkan nilai yang lebih optimal dari VAM, karena memodifikasi beberapa langkah yang ada di VAM (Amaliah dkk, 2016). Modifikasi yang dilakukan yaitu pertama mencari matriks *Total Opportunity Cost* (TOC), selanjutnya mencari penalti dengan cara mengurangi antara biaya terbesar (*Max*) dengan biaya terkecil (*Min*), selanjutnya pilih dua penalti terbesar dan terakhir menggunakan biaya transportasi minimal untuk memilih sel. Langkah-langkah *Max-Min* MM-VAM sebagai berikut (Amaliah dkk, 2016):

1. Membuat matriks *Total Opportunity Cost* (TOC) yang didapat dari penjumlahan *Opportunity Cost* (OC) baris dan OC kolom, dimana untuk OC baris hitung selisih setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut. Sedangkan untuk OC kolom hitung selisih setiap kolom dengan nilai terkecil pada kolom tersebut.
2. Menghitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapatkan dari pengurangan nilai maksimal dengan nilai minimal dari setiap baris dan kolom.
3. Memilih dua penalti tertinggi. Jika terdapat nilai penalti yang sama pilih semua.
4. Diantara dua sel yang terpilih berdasarkan langkah ke-3, pilih sel yang memiliki biaya transportasi terkecil dan alokasi tertinggi.
5. Menghentikan proses bila semua barang telah dialokasikan dan semua permintaan telah dipenuhi. Kemudian hitung hasil solusi fisibel awal.

## 2.7 *Modified Vogel's Approximation Method* (MVAM)

*Modified Vogel's Approximation Method* (MVAM) merupakan salah satu hasil modifikasi dari VAM, MVAM menghasilkan solusi fisibel awal yang lebih optimal dari metode lain (Ullah, 2016). Beberapa langkah yang dimodifikasi dari VAM, pertama mencari matriks tereduksi, selanjutnya mencari penalti dengan cara mencari selisih antara dua nilai terbesar pada setiap baris dan kolom, selanjutnya pilih penalti terbesar dan memilih sel dengan biaya transportasi

**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.

matriks tereduksi) tertinggi. Menurut Ullah (2016) langkah-langkah *Modified Vogel's Approximation Method* sebagai berikut:

1. Mengurangi biaya transportasi terbesar pada setiap baris dengan masing-masing elemen setiap baris tabel transportasi dan letakkan disebelah kiri atas elemen yang sesuai.
2. Mengurangi biaya transportasi terbesar pada setiap kolom dengan masing-masing elemen setiap kolom tabel transportasi dan letakkan disebelah kiri bawah elemen yang sesuai.
3. Membentuk matriks tereduksi yang elemennya adalah penjumlahan dari elemen kiri atas dan kiri bawah pada langkah satu dan langkah dua. Lalu tukar biaya transportasi yang awal dengan matriks tereduksi
4. Menghitung penalti dengan mencari selisih dua angka terbesar pada setiap baris dan kolom.
5. Memilih nilai penalti tertinggi, jika ada dua atau lebih yang sama, pilih sel dengan biaya transportasi (matriks tereduksi) tertinggi.
6. Mengulangi langkah 4 dan 5 hingga semua alokasi terpenuhi.
7. Memasukkan semua alokasi sel dari matriks tereduksi ke tabel transportasi, lalu hitung hasil solusi fisibel awal.

## 2.8 Metode *Stepping Stone*

Menurut Basriati (2018) metode *stepping stone* merupakan metode yang merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara *trial error* (coba-coba). Langkah-langkah mencari solusi optimal masalah transportasi dengan metode *stepping stone* menurut Shafarda (2019) adalah sebagai berikut:

1. Melakukan evaluasi pada sel kosong dengan cara melakukan lompatan secara horizontal atau vertikal secara bergantian dengan berpijak pada sel yang sudah terisi. Lompatan dilakukan sampai kembali ke sel kosong awal.
2. Melakukan perhitungan biaya dari sel yang kosong menggunakan dasar jalur tertutup (+) atau (-). Tanda (+) diberikan pada sel kosong pertama, selanjutnya diberikan tanda (-) pada sel berikutnya. Penggunaan tanda (+)

**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.

dan (-) dilakukan secara bergantian pada sel-sel berikutnya sampai kembali ke sel kosong awal.

3. Jika semua hasil perhitungan pada evaluasi sel kosong bernilai positif, maka matriks transportasi sudah optimal. Jika menghasilkan nilai negatif, maka matriks transportasi belum optimal dan dipilih nilai negatif terbesar pada perhitungan indeks perbaikan.
4. Setelah dipilih perhitungan indeks perbaikan yang menghasilkan nilai negatif terbesar, pilih sel dengan unit terkecil pada lompatan yang bernilai negatif. Tambahkan unit terkecil tersebut ke lompatan yang bernilai positif, kurangkan ke lompatan yang bernilai negatif.
5. Melakukan revisi tabel pada langkah ketiga sampai tidak ada nilai negatif pada evaluasi sel kosong.

Untuk mempermudah penjelasan, berikut ini akan diberikan contoh.

**Contoh 2.1: (Suteja, 2017)**

Suatu Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) memiliki tiga orang pekerja untuk melakukan pendistribusian ikan, yaitu Yanto, Hei Eng P dan Pekia yang masing-masing memiliki kapasitas dalam mendistribusikan ikan 160.258 Kg, 160.258 Kg dan 160.260 Kg. Ikan tersebut akan dikirim ke tiga daerah pemasaran, yaitu Kubu, Batu Hampar dan Pujud. Masing-masing memiliki permintaan 215.249 Kg, 105.268 Kg dan 160.259 Kg. Biaya pendistribusian ikan adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.3 Biaya Transportasi Pendistribusian**

Sumber	Daerah Pendistribusian Ikan		
	Kubu	Batu Hampar	Pujud
Yanto	Rp. 500	Rp. 400	Rp. 450
Hei Eng P	Rp. 600	Rp. 450	Rp. 500
Pekia	Rp. 650	Rp. 500	Rp. 550

Jika PPI tersebut ingin meminimumkan biaya angkut, maka berikanlah saran kepada perusahaan tersebut untuk mendistribusikan ikan sebaik-baiknya.

### Penyelesaian:

Berdasarkan masalah transportasi pada contoh kasus, akan dibuat tabel transportasi sebagai berikut:

**Tabel 2.4 Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500 $x_{11}$	400 $x_{12}$	450 $x_{13}$	160.258
Hei Eng P	600 $x_{21}$	450 $x_{22}$	500 $x_{23}$	160.258
Pekia	650 $x_{31}$	500 $x_{32}$	550 $x_{33}$	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Berdasarkan Tabel 2.4 diketahui bahwa jumlah permintaan sama dengan jumlah persediaan sehingga masalah transportasi seimbang.

Model matematika program linier:

1. Variabel Keputusan:

- $x_{11}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Yanto ke Kubu.
- $x_{12}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Yanto ke Batu Hampar.
- $x_{13}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Yanto ke Pujud.
- $x_{21}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Hei Eng P ke Kubu.
- $x_{22}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Hei Eng P ke Batu Hampar.
- $x_{23}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Hei Eng P ke Pujud.
- $x_{31}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Pekia ke Kubu.
- $x_{32}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Pekia ke Batu Hampar.
- $x_{33}$ : Banyaknya ikan (Kg) yang dikirim oleh Pekia ke Pujud.

2. Fungsi Tujuan:

$$\text{Minimum } Z = 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} + 500x_{32} + 550x_{33}$$

3. Fungsi Kendala:

a. Kapasitas:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 160.258$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 160.258$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 160.260$$

b. Kebutuhan:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 215.249$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 105.268$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 160.259$$

1. Penyelesaian dengan *Vogel's Approximation Method* (VAM).

Hitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapat dari selisih antara nilai terkecil dari baris atau kolom dengan nilai terkecil kedua dari baris atau kolom yang sama, lalu pilih nilai penalti terbesar dan alokasikan pada biaya transportasi terendah.

**Tabel 2.5 Perhitungan Pertama Penalti Menggunakan Metode VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)	Penalti
	Kubu	Batu Hampar	Pujud		
Yanto	500 160.258	400	450	160.258	50
Hei Eng P	600	450	500	160.258	50
Pekia	650	500	550	160.260	50
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776	
Penalti	100	50	50		

Lakukan langkah yang sama dan hentikan proses bila tabel telah terpenuhi sesuai dengan baris kapasitas dan kolom kebutuhan. Berikut tabel solusi awal dengan menggunakan metode VAM setelah semua kapasitas dan kebutuhan terpenuhi didapatkan tabel sebagai berikut.

**Tabel 2.6 Perhitungan Penalti Terakhir Menggunakan Metode VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500 160.258	400	450	160.258
Hei Eng P	600	450 105.268	500 54.990	160.258
Pekia	650 54.991	500	550 105.269	160.260
Kebutuhan(Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Menghitung solusi awal:

Setelah semua kebutuhan dan kapasitas terpenuhi dengan  $x_{11} = 160.258, x_{12} = 0, x_{13} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 105.268, x_{23} = 54.990, x_{31} = 54.991, x_{32} = 0, x_{33} = 105.269$ , selanjutnya akan dihitung total biaya transportasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z &= 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} \\
 &\quad + 500x_{32} + 550x_{33} \\
 &= 500(160.258) + 400(0) + 450(0) + 600(0) + 450(105.268) + 500(0) + \\
 &\quad 650(54.991) + 500(0) + 550(105.259) \\
 &= 248.636.700
 \end{aligned}$$

dengan demikian penyelesaian diperoleh dengan total biaya transportasi sebesar Rp. 248.636.700.

Setelah mendapatkan nilai solusi awal menggunakan *Vogel's Approximation Method* selanjutnya lakukan uji optimalitas menggunakan metode *stepping stone*.

Hitung nilai masing-masing sel yang belum terisi dengan jalur tertutup untuk setiap sel untuk mendapatkan nilai atau biaya transportasi yang paling optimal.

**Tabel 2.7 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
Hei Eng P	600	450	500	160.258
Pekia	650	500	550	160.260
Kebutuhan(Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Sekarang akan dievaluasi sel-sel kosong yang ada pada Tabel 2.7 untuk mengetahui apakah masih ada nilai perhitungan indeks perbaikan yang bernilai negatif atau tidak sebagai berikut:

**Tabel 2.8 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.7**

Sel Kosong	Jalur Tertutup Terdekat	Perhitungan Indeks Perbaikan
$x_{12}$	$c_{12} - c_{22} + c_{23} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$400-450+500-550+650-500=50$
$x_{13}$	$c_{13} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$450-550+650-500=50$
$x_{21}$	$c_{21} - c_{23} + c_{33} - c_{31}$	$600-500+550-650=0$
$x_{32}$	$c_{32} - c_{22} + c_{23} - c_{33}$	$500-450+500-550=0$

Perhitungan indeks perbaikan sel kosong pada Tabel 2.8 menunjukkan bahwa tidak ada lagi yang bernilai negatif. Artinya pemecahan tersebut sudah optimal dengan satu iterasi. Sehingga diperoleh kesimpulan dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation Method* dan uji optimal *stepping stone* dari tiga

orang pengantar ikan ke tiga tempat tujuan menghasilkan biaya sebesar Rp. 248.636.700, untuk Yanto ke daerah Kubu dengan membawa ikan sebanyak 160.258 Kg, Hei Eng P ke daerah Batu Hampar dengan membawa ikan sebanyak 105.268 Kg dan ke daerah Pujud sebanyak 54.990 Kg dan Pekia membawa ikan sebanyak 54.991 Kg ke daerah Kubu dan 105.269 Kg ke daerah Pujud.

2. Penyelesaian dengan *Improved Vogel's Approximation Method* (IVAM)  
 Pertama membuat matriks *Total Opportunity Cost* (TOC) yang didapat dari penjumlahan *Opportunity Cost* (OC) baris dan OC kolom, dimana untuk OC baris hitung selisih setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut lalu tulis pada sudut kiri atas tabel, sedangkan untuk OC kolom hitung selisih setiap kolom dengan nilai terkecil pada kolom tersebut lalu tulis pada sudut kiri bawah tabel.

**Tabel 2.9 Matriks OC Baris dan OC Kolom Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode IVAM**

PPI	Daerah						Kapasitas (Kg)
	Kubu		Batu Hampar		Pujud		
Yanto	100	500	0	400	50	450	160.258
Hei Eng P	150	600	0	450	50	500	160.258
Pekia	150	650	0	500	50	550	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249		105.268		160.259		480.776

Selanjutnya biaya transportasi pada tabel akan diganti dengan hasil matriks TOC. Setelah menukar biaya transportasi menghasilkan tabel dengan matriks TOC sebagai berikut:

**Tabel 2.10 Matriks TOC Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode IVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	100 $x_{11}$	0 $x_{12}$	50 $x_{13}$	160.258
Hei Eng P	250 $x_{21}$	50 $x_{22}$	100 $x_{23}$	160.258
Pekia	300 $x_{31}$	100 $x_{32}$	150 $x_{33}$	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Setelah mendapatkan matriks TOC hitung penalti dari setiap baris dan kolom yang didapat dari selisih antara nilai terkecil dari baris atau kolom dengan nilai terkecil kedua dari baris atau kolom yang sama, pilih baris atau kolom dengan tiga biaya penalti tertinggi, lalu pilih biaya transportasi terkecil dari ketiga alokasi.

**Tabel 2.11 Perhitungan Pertama Penalti Menggunakan Metode IVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)	Penalti
	Kubu	Batu Hampar	Pujud		
Yanto	100	0 105.268	50	160.258	50
Hei Eng P	250	50	100	160.258	50
Pekia	300	100	150	160.260	50
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776	
Penalti	150	50	50		

Lakukan proses yang sama hingga semua alokasi terpenuhi. Setelah semua kapasitas dan kebutuhan terpenuhi didapatkan tabel sebagai berikut:

**Tabel 2.12 Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode IVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hambar	Pujud	
Yanto	100	0	50	160.258
		105.268	54.990	
Hei Eng P	250	40	100	160.258
	54.989		105.269	
Pekia	300	100	150	160.260
	160.260			
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Setelah semua alokasi terpenuhi selanjutnya akan ditukar kembali biaya transportasi (matriks TOC) dengan biaya transportasi awal pada Tabel 2.12 menjadi Tabel 2.13 berikut:

**Tabel 2.13 Solusi Awal Pendistribusian Ikan Menggunakan Metode IVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hambar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
		105.268	54.990	
Hei Eng P	600	450	500	160.258
	54.989		105.269	
Pekia	650	500	550	160.260
	160.260			
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Menghitung solusi awal:

Setelah semua kebutuhan dan kapasitas terpenuhi dengan  $x_{11} = 0, x_{12} = 105.268, x_{13} = 54.990, x_{21} = 54.989, x_{22} = 0, x_{23} = 105.269, x_{31} = 160.260, x_{32} = 0, x_{33} = 0$ , selanjutnya hitung total biaya transportasi sebagai berikut:

$$Z = 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} + 500x_{32} + 550x_{33}$$

$$Z = 500(0) + 400(105.268) + 450(54.990) + 600(54.989) + 450(0) + 500(105.269) + 650(160.260) + 500(0) + 550(0)$$

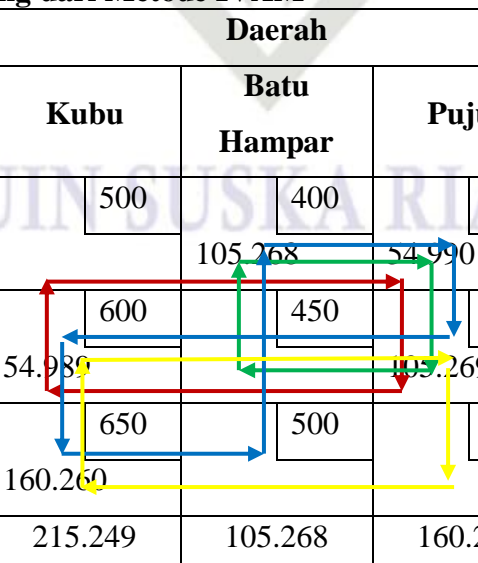
$$= 256.649.600$$

dengan demikian penyelesaian diperoleh dengan total biaya transportasi sebesar Rp. 256.649.600.

Setelah mendapatkan solusi awal, lakukan pengoptimalan dengan metode *stepping stone*, sekarang lakukan perbaikan alokasi pada sel yang kosong. Hitung nilai masing-masing sel yang belum terisi dengan jalur tertutup setiap sel untuk mendapatkan nilai atau biaya angkutan yang paling optimal.

**Tabel 2.14 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode IVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
Hei Eng P	600	450	500	160.258
Pekia	650	500	550	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776



Evaluasi sel-sel kosong yang ada pada Tabel 2.14 untuk mengetahui masih ada atau tidak nilai perhitungan indeks perbaikan yang bernilai negatif yang dapat dilihat pada Tabel 2.15 berikut:

**Tabel 2.15 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.14**

Sel Kosong	Jalur Tertutup Terdekat	Perhitungan Indeks Perbaikan
$x_{11}$	$c_{11} - c_{13} + c_{23} - c_{21}$	$500 - 450 + 500 - 600 = -50$
$x_{22}$	$c_{22} - c_{12} + c_{13} - c_{23}$	$450 - 400 + 450 - 500 = 0$
$x_{32}$	$c_{32} - c_{12} + c_{13} - c_{23} + c_{21} - c_{31}$	$500 - 400 + 450 - 500 + 600 - 650 = 0$
$x_{33}$	$c_{33} - c_{31} + c_{21} - c_{23}$	$550 - 650 + 600 - 500 = 0$

Perhitungan indeks perbaikan sel kosong pada Tabel 2.15 menunjukkan bahwa terdapat perhitungan indeks perbaikan yang bernilai negatif, yaitu sel  $x_{11}$ . Artinya solusi tersebut belum optimal, sehingga dilakukan perubahan jalur pada sel yang terpilih dengan cara mengalokasikan unit terkecil dari sel bertanda (-) dan tambahkan terhadap sel bertanda tambah (+).

**Tabel 2.16 Hasil Perbaikan untuk Sel  $x_{11}$**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	+ 500 54.989	400 105.268	- 450 1	160.258
Hei Eng P	- 600	450	+ 500 160.258	160.258
Pekia	650 160.260	500	550	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Selanjutnya lakukan kembali perbaikan alokasi pada sel yang kosong. Hentikan proses hingga tidak terdapat perhitungan indeks perbaikan yang bernilai negatif.

**Tabel 2.17 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Keempat Alokasi pada Sel Kosong dari Metode IVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
Hei Eng P	600	450	500	160.258
Pekia	650	500	550	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Sekarang akan dievaluasi sel-sel kosong yang ada pada Tabel 2.17 untuk mengetahui apakah nilai perhitungan indeks perbaikan sudah tidak ada lagi yang negatif atau tidak seperti tabel berikut:

**Tabel 2.18 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.17**

Sel Kosong	Jalur Tertutup Terdekat	Perhitungan Indeks Perbaikan
$x_{12}$	$c_{12} - c_{32} + c_{31} - c_{11}$	$400 - 500 + 650 - 500 = 50$
$x_{13}$	$c_{13} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$450 - 550 + 650 - 500 = 50$
$x_{21}$	$c_{21} - c_{23} + c_{33} - c_{31}$	$600 - 500 + 550 - 650 = 0$
$x_{22}$	$c_{22} - c_{23} + c_{33} - c_{32}$	$450 - 500 + 550 - 500 = 0$

Perhitungan indeks perbaikan sel kosong pada Tabel 2.18 menunjukkan bahwa tidak ada lagi yang bernilai negatif. Artinya solusi tersebut sudah optimal dengan empat iterasi, selanjutnya hitung biaya solusi optimal yang didapat dari metode IVAM dan *stepping stone*, dengan  $x_{11} = 160.258, x_{12} = 0, x_{13} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 0, x_{23} = 160.258, x_{31} = 54.991, x_{32} = 105.268, x_{33} = 1$ .

$$Z = 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} + 500x_{32} + 550x_{33}$$

$$Z = 500(160.258) + 400(0) + 450(0) + 600(0) + 450(0) + 500(160.258) + 650(54.991) + 500(105.268) + 550(1) = 248.636.700$$

Sehingga diperoleh kesimpulan dengan menggunakan metode *Improved Vogel's Approximation Method* dan uji optimal *stepping stone* dari tiga orang pengantar ikan ke tiga tempat tujuan menghasilkan biaya sebesar Rp. 248.636.700, untuk Yanto ke daerah Kubu dengan membawa ikan sebanyak 160.258 Kg, Hei Eng P ke daerah Pujud dengan membawa ikan sebanyak 160.258 Kg dan Pekia membawa ikan sebanyak 54.991 Kg ke daerah Kubu lalu ke Batu Hampar 105.268 Kg dan 1 Kg ke daerah Pujud.

3. Penyelesaian dengan *Max-Min Vogel's Approximation Method* (MM-VAM) Pertama Membuat matriks *Total Opportunity Cost* (TOC) yang didapat dari penjumlahan *Opportunity Cost* (OC) baris dan OC kolom, dimana untuk OC baris hitung selisih setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut lalu letakkan di sebelah kiri atas tabel begitu pula untuk OC kolom dan letakkan pada kiri bawah tabel.

**Tabel 2.19 Matriks OC Baris dan OC Kolom Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MM-VAM**

PPI	Daerah						Kapasitas (Kg)
	Kubu		Batu Hampar		Pujud		
Yanto	100	500	0	400	50	450	160.258
	0		0		0		
Hei Eng P	150	600	0	450	50	500	160.258
	100		50		50		
Pekia	150	650	0	500	50	550	160.260
	150		100		100		
Kebutuhan (Kg)	215.249		105.268		160.259		480.776

Selanjutnya menjumlahkan OC baris dan OC kolom, dimana hasil penjumlahan diletakkan pada biaya transportasi sehingga biaya transportasi ditukar dengan nilai TOC seperti tabel berikut:

**Tabel 2.20 Matriks TOC Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MM-VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	100 $x_{11}$	0 $x_{12}$	50 $x_{13}$	160.258
Hei Eng P	250 $x_{21}$	50 $x_{22}$	100 $x_{23}$	160.258
Pekia	300 $x_{31}$	100 $x_{32}$	150 $x_{33}$	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Setelah mendapatkan matriks TOC hitung penalti dari setiap baris dan kolom. Pilih dua penalti tertinggi. Jika terdapat nilai penalti yang sama pilih semua, lalu alokasikan pada biaya transportasi terkecil dengan jumlah alokasi maksimal.

**Tabel 2.21 Perhitungan Pertama Penalty Menggunakan Metode MM-VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)	Penalti
	Kubu	Batu Hampar	Pujud		
Yanto	100	0 105.268	50	160.258	100
Hei Eng P	250	50	100	160.258	200
Pekia	300	100	150	160.260	200
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776	
Penalti	200	100	100		

Kembali lakukan proses yang sama dan hentikan jika semua alokasi terpenuhi. Setelah semua alokasi terpenuhi maka didapat tabel berikut:

**Tabel 2.22 Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode MM-VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	100 54.990	0 105.268	50	160.258
Hei Eng P	250	50	100 160.258	160.258
Pekia	300 160.259	100	150 1	160.260
Kebutuhan(Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Setelah semua alokasi terpenuhi, selanjutnya akan diubah kembali biaya transportasi dengan biaya transportasi awal, sehingga menghasilkan tabel berikut:

**Tabel 2.23 Solusi Awal Pendistribusian Ikan Menggunakan Metode MM-VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500 54.990	400 105.268	450	160.258
Hei Eng P	600	450	500 160.258	160.258
Pekia	650 160.259	500	550 1	160.260
Kebutuhan(Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Menghitung solusi awal:

Setelah semua kebutuhan dan kapasitas terpenuhi dengan  $x_{11} = 54.990, x_{12} = 105.268, x_{13} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 0, x_{23} = 160.258, x_{31} = 160.259, x_{32} = 0, x_{33} = 1$ , selanjutnya hitung total biaya transportasi sebagai berikut:

$$Z = 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} + 500x_{32} + 550x_{33}$$

$$Z = 500(54.990) + 400(105.268) + 450(0) + 600(0) + 450(0) + 500(160.258) + 650(160.259) + 500(0) + 550(1)$$

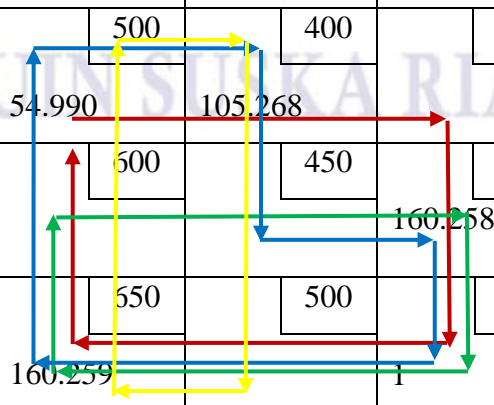
$$= 253.900.100$$

dengan demikian penyelesaian diperoleh dengan total biaya transportasi sebesar Rp. 253.900.100.

Selanjutnya akan dilakukan uji optimal dengan metode *stepping stone*. Pertama lakukan evaluasi pada sel kosong dengan membuat jalur tertutup sebagai berikut:

**Tabel 2.24 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode MM-VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
Hei Eng P	500	450	500	160.258
Pekia	550	500	550	160.260
Kebutuhan(Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776



Sekarang evaluasi sel-sel kosong yang ada pada Tabel 2.24 untuk mengetahui apakah solusi yang dihasilkan MM-VAM sudah optimal atau belum dengan melihat nilai perhitungan indeks perbaikan pada tabel berikut:

**Tabel 2.25 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.24**

Sel Kosong	Jalur Tertutup Terdekat	Perhitungan Indeks Perbaikan
$x_{13}$	$c_{13} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$450 - 550 + 650 - 500 = 0$
$x_{21}$	$c_{21} - c_{23} + c_{33} - c_{31}$	$600 - 500 + 550 - 650 = 0$
$x_{22}$	$c_{22} - c_{23} + c_{33} - c_{31} + c_{11} - c_{12}$	$450 - 500 + 550 - 650 + 500 - 400 = -50$
$x_{32}$	$c_{32} - c_{31} + c_{11} - c_{12}$	$500 - 650 + 500 - 400 = -50$

Perhitungan indeks perbaikan sel kosong pada Tabel 2.25 menunjukkan bahwa terdapat perhitungan indeks perbaikan yang bernilai negatif, yaitu sel kosong  $x_{22}$  dan  $x_{32}$ . Artinya solusi tersebut belum optimal. Sehingga dilakukan perubahan jalur pada sel kosong  $x_{32}$  dengan cara mengalokasikan unit terkecil dari sel bertanda (-) dan tambahkan terhadap sel bertanda (+).

**Tabel 2.26 Hasil Perbaikan untuk Sel  $x_{32}$**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	+ 500 160.258	- 400	450	160.258
Hei Eng P	600	450	500 160.258	160.258
Pekia	- 650 54.991	+ 500 105.268	550 1	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Selanjutnya lakukan kembali perbaikan alokasi pada sel yang kosong, sehingga didapatkan tabel seperti berikut:

**Tabel 2.27 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Kedua Alokasi pada Sel Kosong dari Metode MM-VAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
Hei Eng P	600	450	500	160.258
Pekia	650	500	550	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Sekarang evaluasi sel-sel kosong yang ada pada Tabel 2.27 untuk mengetahui solusi sudah optimal dengan tidak ada lagi perhitungan indeks perbaikan yang bernilai negatif.

**Tabel 2.28 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.27**

Sel Kosong	Jalur Tertutup Terdekat	Perhitungan Indeks Perbaikan
$x_{12}$	$c_{12} - c_{32} + c_{31} - c_{11}$	$400 - 500 + 650 - 500 = 50$
$x_{13}$	$c_{13} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$450 - 550 + 650 - 500 = 50$
$x_{21}$	$c_{21} - c_{23} + c_{33} - c_{31}$	$600 - 500 + 550 - 650 = 0$
$x_{22}$	$c_{22} - c_{23} + c_{33} - c_{32}$	$450 - 500 + 550 - 500 = 0$

Perhitungan indeks perbaikan sel kosong pada Tabel 2.28 menunjukkan bahwa tidak ada lagi yang bernilai negatif. Artinya solusi tersebut sudah optimal dengan dua iterasi. Selanjutnya mencari solusi optimal dengan  $x_{11} = 160.258, x_{12} = 0, x_{13} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 0, x_{23} = 160.258, x_{31} = 54.991, x_{32} = 105.268, x_{33} = 1$  sebagai berikut:

$$Z = 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} + 500x_{32} + 550x_{33}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= 500(160.258) + 400(0) + 450(0) + 600(0) + 450(0) + 500(160.258) \\
 &\quad + 650(54.991) + 500(105.268) + 550(1) \\
 &= 248.636.700
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kesimpulan dengan menggunakan metode MM-VAM dan uji optimal *stepping stone* dari tiga orang pengantar ikan ke tiga tempat tujuan menghasilkan biaya sebesar Rp. 248.636.700, untuk Yanto ke daerah Kubu dengan membawa ikan sebanyak 160.258 Kg, Hei Eng P ke daerah Pujud dengan membawa ikan sebanyak 160.258 Kg dan Pekia membawa ikan sebanyak 54.991 Kg ke daerah Kubu lalu ke Batu Hampar 105.268 Kg dan 1 Kg ke daerah Pujud.

4. Penyelesaian dengan *Modified Vogel's Approximation Method* (MVAM).

Pertama kurangi biaya transportasi terbesar dari masing-masing elemen setiap baris tabel transportasi dan letakkan disebelah kiri atas elemen yang sesuai selanjutnya kurangi biaya transportasi terbesar dari masing-masing elemen setiap kolom tabel transportasi dan letakkan disebelah kiri bawah elemen yang sesuai setelah itu bentuk matriks tereduksi yang elemennya adalah penjumlahan dari elemen kiri atas dan kiri bawah.

**Tabel 2.29 Matriks Tereduksi Baris dan Kolom Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MVAM**

PPI	Daerah						Kapasitas (Kg)
	Kubu		Batu Hampar		Pujud		
Yanto	0	500	100	400	50	450	160.258
	150		100		100		
Hei Eng P	0	600	150	450	100	500	160.258
	50		50		50		
Pekia	0	650	150	500	100	550	160.260
	0		0		0		
Kebutuhan (Kg)	215.249		105.268		160.259		480.776

Setelah mendapatkan matriks tereduksi, akan diubah biaya transportasi awal dengan hasil matriks biaya tereduksi sebagai berikut:

**Tabel 2.30 Matriks Tereduksi Biaya Transportasi Pendistribusian Ikan untuk Metode MVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	150 $x_{11}$	200 $x_{12}$	150 $x_{13}$	160.258
Hei Eng P	50 $x_{21}$	200 $x_{22}$	150 $x_{23}$	160.258
Pekia	0 $x_{31}$	150 $x_{32}$	100 $x_{33}$	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Setelah mendapatkan matriks tereduksi hitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapatkan dari pengurangan dua nilai minimal dari setiap baris dan kolom kemudian pilih nilai penalti tertinggi.

**Tabel 2.31 Perhitungan Pertama Penalty Menggunakan Metode MVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)	Penalti
	Kubu	Batu Hampar	Pujud		
Yanto	150 160.258	200	150	160.258	50
Hei Eng P	50	200	150	160.258	50
Pekia	0	150	100	160.260	50
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776	
Penalti	100	0	0		

Lakukan langkah ini hingga semua kebutuhan dan kapasitas terpenuhi. Setelah semua kebutuhan dan kapasitas terpenuhi didapatkan tabel sebagai berikut:

**Tabel 2.32 Perhitungan Terakhir Penalti Menggunakan Metode MVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	150 160.258	200	150	160.258
Hei Eng P	50	200 105.268	150 54.990	160.258
Pekia	0 54.991	150	100 105.269	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Setelah semua kapasitas dan kebutuhan terpenuhi, masukkan semua alokasi sel dari matriks tereduksi ke tabel transportasi awal.

**Tabel 2.33 Solusi Awal Pendistribusian Ikan Menggunakan Metode MVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500 160.258	400	450	160.258
Hei Eng P	600	450 105.268	500 54.990	160.258
Pekia	650 54.991	500	550 105.269	160.260
Kebutuhan (Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776

Menghitung solusi awal:

Setelah semua kebutuhan dan kapasitas dengan  $x_{11} = 160.258, x_{12} = 0, x_{13} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 105.268, x_{23} = 54.990, x_{31} = 54.991, x_{32} = 0, x_{33} = 105.269$ , selanjutnya akan menghitung total biaya transportasi sebagai berikut:

$$Z = 500x_{11} + 400x_{12} + 450x_{13} + 600x_{21} + 450x_{22} + 500x_{23} + 650x_{31} + 500x_{32} + 550x_{33}$$

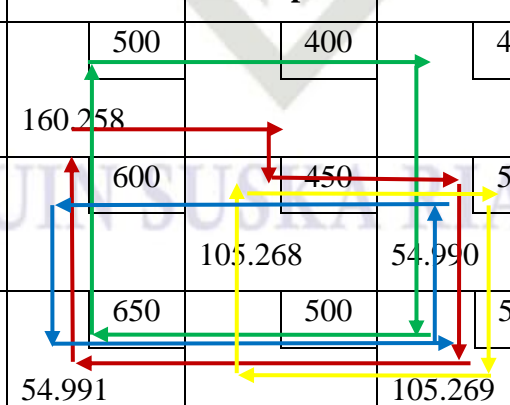
$$Z = 500(160.258) + 400(0) + 450(0) + 600(0) + 450(105.268) + 500(54.990) + 650(54.991) + 500(0) + 550(105.269) = 248.636.700$$

dengan demikian penyelesaian diperoleh dengan total biaya transportasi Rp. 248.636.700.

Setelah didapatkan solusi awal selanjutnya dilakukan uji optimal menggunakan metode *stepping stone*. Pertama lakukan evaluasi sel kosong dengan membuat jalur tertutup sebagai berikut:

**Tabel 2.34 Jalur Tertutup untuk Perbaikan Pertama Alokasi pada Sel Kosong dari Metode MVAM**

PPI	Daerah			Kapasitas (Kg)
	Kubu	Batu Hampar	Pujud	
Yanto	500	400	450	160.258
Hei Eng P	600	105.268	500	160.258
Pekia	650	500	550	160.260
Kebutuhan(Kg)	215.249	105.268	160.259	480.776



Sekarang akan dievaluasi sel-sel kosong yang ada pada Tabel 2.34 untuk mengetahui perhitungan indeks perbaikan masih ada yang bernilai negatif atau tidak.

**Tabel 2.35 Jalur Tertutup Terdekat dan Indeks Perbaikan untuk Tabel 2.34**

Sel Kosong	Jalur Tertutup Terdekat	Perhitungan Indeks Perbaikan
$x_{12}$	$c_{12} - c_{22} + c_{23} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$400-450+500-550+650-500=50$
$x_{12}$	$c_{13} - c_{33} + c_{31} - c_{11}$	$450-550+650-500=50$
$x_{12}$	$c_{21} - c_{23} + c_{33} - c_{31}$	$600-500+550-650=0$
$x_{12}$	$c_{32} - c_{22} + c_{23} - c_{33}$	$500-450+500-550=0$

Perhitungan indeks perbaikan sel kosong pada Tabel 2.35 menunjukkan bahwa tidak ada lagi yang bernilai negatif. Artinya pemecahan tersebut sudah optimal dengan satu iterasi. Sehingga diperoleh kesimpulan dengan menggunakan metode MVAM dan uji optimal *stepping stone* menghasilkan biaya sebesar Rp. 248.636.700, untuk Yanto ke daerah Kubu dengan membawa ikan sebanyak 160.258 Kg, Hei Eng P ke daerah Batu Hampar dengan membawa ikan sebanyak 105.268 Kg dan ke daerah Pujud 54.990 Kg dan Pekia membawa ikan sebanyak 54.991 Kg ke daerah Kubu dan 105.269 Kg ke daerah Pujud.

Berdasarkan Contoh 2.1 yang diselesaikan menggunakan metode VAM, IVAM, MMVAM dan MVAM didapatkan kesimpulan bahwasannya metode VAM dan MVAM lebih unggul dari dua metode lainnya. Metode VAM dan MVAM dikatakan lebih unggul dari dua metode lainnya karena metode tersebut dapat menghasilkan solusi optimal menggunakan Metode *stepping stone* dengan satu iterasi, sehingga solusi fisibel awal langsung optimal.

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 III

### METODOLOGI PENELITIAN

Model Transportasi dapat diselesaikan dengan beberapa metode, yaitu metode *Vogel's Approximation Method*, *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method*. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data permasalahan transportasi dengan cara wawancara. Data yang dibutuhkan yaitu data banyak kapasitas transportasi, jumlah kebutuhan dan biaya transportasi usaha air minum Mata Air Sikumbang.
2. Menyusun permasalahan transportasi ke dalam tabel transportasi.
3. Memeriksa bahwa jumlah persediaan sama dengan jumlah permintaan, jika tidak, masalah diseimbangkan dengan menambahkan *dummy*.
4. Membuat model transportasi berdasarkan tabel transportasi.
5. Menentukan solusi fisibel awal dengan metode *Vogel's Approximation Method*, *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method*.

Langkah-langkah metode *Vogel's Approximation Method*, *Improved Vogel's Approximation Method*, *Max-Min Vogel's Approximation Method* dan *Modified Vogel's Approximation Method* adalah sebagai berikut:

a. *Vogel's Approximation Method* (VAM)

Langkah-langkah *Vogel's Approximation Method* sebagai berikut:

1. Menghitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapat dari selisih antara nilai terkecil dari baris dan kolom dengan nilai terkecil kedua dari baris dan kolom yang sama.
2. Memilih nilai penalti terbesar.
3. Berdasarkan langkah ke-2, alokasikan sebanyak mungkin barang pada sel dengan biaya terkecil.
4. Menghentikan proses apabila semua alokasi terpenuhi.
5. Menghitung total biaya yang diperoleh.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

b. *Improved Vogel's Approximation Method (IVAM)*

Langkah-langkah *Improved Vogel's Approximation Method* sebagai berikut:

1. Membuat matriks *Total Opportunity Cost (TOC)* yang didapat dari penjumlahan *Opportunity Cost (OC)* baris dan OC kolom, dimana untuk OC baris hitung selisih setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut. Sedangkan untuk OC kolom hitung selisih setiap kolom dengan nilai terkecil pada kolom tersebut.
2. Menghitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapat dari selisih antara nilai terkecil dari baris dan kolom dengan nilai terkecil kedua dari baris atau kolom yang sama.
3. Memilih baris dan kolom dengan tiga biaya penalti tertinggi.
4. Berdasarkan langkah ke-3 pilih biaya transportasi terkecil dari ketiga penalti tertinggi.
5. Mengulangi langkah 2-4 hingga semua alokasi terpenuhi.
6. Menghitung total biaya transportasi dengan menggunakan biaya transportasi yang awal.

c. *Max-Min Vogel's Approximation Method (MM-VAM)*

Langkah-langkah *Max-Min Vogel's Approximation Method* sebagai berikut:

1. Membuat matriks *Total Opportunity Cost (TOC)* yang didapat dari penjumlahan *Opportunity Cost (OC)* baris dan OC kolom, dimana untuk OC baris hitung selisih setiap baris dengan nilai terkecil dari baris tersebut. Sedangkan untuk OC kolom hitung selisih setiap kolom dengan nilai terkecil pada kolom tersebut.
2. Menghitung penalti dari setiap baris dan kolom. Nilai penalti didapatkan dari pengurangan nilai maksimal dengan nilai minimal dari setiap baris dan kolom.
3. Memilih dua penalti tertinggi. Jika terdapat nilai penalti yang sama pilih semua.

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

4. Diantara dua sel yang terpilih berdasarkan langkah ke-3, pilih sel yang memiliki biaya transportasi terkecil dan alokasi tertinggi.
5. Menghentikan proses bila semua barang telah dialokasikan dan semua permintaan telah dipenuhi. Kemudian hitung hasil solusi fisibel awal.

d. *Modified Vogel's Approximation Method (MVAM)*

Langkah-langkah *Modified Vogel's Approximation Method* sebagai berikut:

1. Mengurangi biaya transportasi terbesar pada setiap baris dari masing-masing elemen setiap baris tabel transportasi dan letakkan disebelah kiri atas elemen yang sesuai.
  2. Mengurangi biaya transportasi terbesar pada setiap kolom dari masing-masing elemen setiap kolom tabel transportasi dan letakkan disebelah kiri bawah elemen yang sesuai.
  3. Membentuk matriks tereduksi yang elemennya adalah penjumlahan dari elemen kiri atas dan kiri bawah pada langkah satu dan langkah dua. Lalu tukar biaya transportasi awal dengan matriks tereduksi
  4. Menghitung penalti dengan mencari selisih dua angka terbesar pada setiap baris dan kolom.
  5. Memilih nilai penalti tertinggi, jika ada dua atau lebih yang sama, pilih sel dengan biaya transportasi (matriks tereduksi) tertinggi.
  6. Mengulangi langkah 4 dan 5 hingga semua alokasi terpenuhi.
  7. Memasukkan semua alokasi sel dari matriks tereduksi ke tabel transportasi, lalu hitung hasil solusi fisibel awal.
6. Uji optimalitas menggunakan metode *stepping stone*.
  7. Mendapatkan solusi optimal dari metode *stepping stone*.
  8. Membuat kesimpulan solusi optimal.

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 V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan hasil perhitungan yang telah diperoleh, maka kesimpulan terhadap penggunaan model transportasi pada distribusi air minum Mata Air Sikumbang, yaitu:

Untuk mendapatkan total biaya minimum distribusi air minum Mata Air Sikumbang digunakan metode VAM, IVAM, MM-VAM dan MVAM sebagai solusi awal dan untuk uji optimal menggunakan metode *Stepping Stone*. Distribusi air minum Mata Air Sikumbang milik Bapak Zukfizar menggunakan model transportasi menghasilkan kegiatan distribusi sebanyak empat kali dalam seminggu, ini disebabkan karena total jumlah permintaan dalam seminggu yang jauh lebih banyak dari jumlah kapasitas alat angkutan yang ada.

2. Solusi optimal untuk pendistribusian hari pertama dengan biaya transportasi sebesar Rp. 874.890,00, dengan alokasi untuk Engkel mendistribusikan 100 jerigen air ke Pekanbaru dan ke Tapung sebanyak 35 jerigen air, Grandmax mendistribusikan air ke Tapung sebanyak 40 jerigen dan ke Pulau Payung sebanyak 40 jerigen air, L300 mendistribusikan air sebanyak 90 jerigen ke Pulau Payung dan Carry mendistribusikan air sebanyak 65 jerigen ke Tapung.

Solusi optimal untuk pendistribusian hari kedua dengan biaya transportasi sebesar Rp. 1.130.075,00, dengan alokasi untuk Engkel mendistribusikan 135 jerigen air ke Pekanbaru, Grandmax mendistribusikan air ke Pekanbaru sebanyak 80 jerigen, L300 mendistribusikan air sebanyak 90 jerigen ke Pekanbaru dan Carry mendistribusikan air sebanyak 65 jerigen ke Pekanbaru.

Solusi optimal untuk pendistribusian hari ketiga dengan biaya transportasi sebesar Rp. 1.288.895,00, dengan alokasi untuk Engkel mendistribusikan 25 jerigen air ke Pekanbaru dan 110 jerigen ke Tandun, Grandmax

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.

mendistribusikan air ke Tandun sebanyak 80 jerigen, L300 mendistribusikan air sebanyak 90 jerigen ke Tandun dan Carry mendistribusikan sebanyak 65 jerigen air ke Pekanbaru.

5. Solusi optimal untuk pendistribusian hari keempat dengan biaya transportasi sebesar Rp. 1.346.625,00, dengan Engkel mendistribusikan 135 jerigen air ke Tandun, Grandmax mendistribusikan air ke Ujung Batu sebanyak 80 jerigen, L300 mendistribusikan air sebanyak 60 jerigen ke Tandun dan 30 jerigen ke Ujung Batu dan Carry mendistribusikan air sebanyak 65 jerigen ke Tandun.
6. Total biaya transportasi optimal untuk distribusi air minum Mata Air Sikumbang dalam satu minggu menggunakan model transportasi adalah sebesar Rp. 4.580.485,00 dan hasil ini lebih efektif dari perhitungan distributor sebelum menggunakan model transportasi, yaitu sebesar Rp. 5.050.000,00. Terjadi penurunan biaya sebesar Rp. 469.515,00 atau 9,3%, dengan menurunnya biaya distribusi, maka keuntungan distributor akan meningkat.
7. Berdasarkan hasil penelitian, metode VAM lebih efisien dari metode IVAM, MM-VAM dan MVAM, karena memiliki iterasi yang paling sedikit untuk memperoleh solusi optimal menggunakan metode *Stepping Stone*, yaitu dua iterasi untuk pendistribusian hari pertama, tiga iterasi untuk pendistribusian hari kedua dan satu iterasi untuk pendistribusian hari ketiga dan keempat.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis berharap kepada distributor agar dapat mempertimbangkan penggunaan metode *Vogel's Approximation Method* dalam pengoptimalan distribusi air minum Mata Air Sikumbang, karena metode ini lebih efisien dan dapat menekan biaya transportasi yang akan dikeluarkan. Disarankan untuk pembaca supaya menggunakan metode transportasi lain dalam menyelesaikan masalah transportasi agar didapatkan metode yang lebih efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afiani, Marie., dkk. “Penerapan Modified Vogel’s Approximation Method (MVAM) untuk Meminimumkan Biaya Transportasi (Studi Kasus: Pabrik Tahu Taufik)”. *Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi*. Vol. 16. No. 2, Hal 143-49, 2020.
- Amaliah, Bilqis., dkk. “Metode Max-Min Vogel’s Approximation Method untuk Menemukan Biaya Minimal pada Permasalahan Transportasi”. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIV*. 2016.
- Basriati, Sri., dkk. “Penyelesaian Model Transshipment dengan Metode Least Cost, North West Corner dan Vogel’s Approximation Method”. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI-10) Fakultas Sains dan Teknologi*. UIN Sultan Syarif Kasim Riau. 2018.
- Dimiyati, Tjutju, Tarliah., dan Dimiyati, Akhmad. “*Operation Research*”. Bandung: Sinar Baru Algesindo. 2006.
- Korokoglu, Serdar., and Serkan, Balli. “An Improved Vogel’s Approximation Method for the Transportation Problem”. *Mathematical and Computational Application*. Vol 16, No. 2, Hal 370-381. 2011.
- Nahar, J., dkk. “Application of Improved Vogel’s Approximation Method in Minimization of Rice Distribution Costs of Perum Bulog”. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 332. 2018.
- Nufus, Hayatun., dan Nurdin, Erdawati. “*Program Linear*”. Pekanbaru: Cahaya Firdaus. 2016.
- Pratama, Raynaldi, Yudha., dkk. “Pengoptimalan Biaya Distribusi Beras Miskin di Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik Divisi Regional Sulawesi Utara dan Gorontalo dengan Menggunakan Metode Pendekatan Vogel”. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol 17, No. 2, Hal 108-116. 2017.
- Shafarda, Moh., dkk. “Meminimumkan Biaya Distribusi Jeruk Menggunakan Vogell’s Approximation Method dengan Uji Optimal Stepping Stone”. *E-Jurnal Matematika*. Vol 8, No. 2, Hal 132-139. 2019.
- Siswanto., “*Operation Research*”. Jakarta: Erlangga. 2007.

### 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.

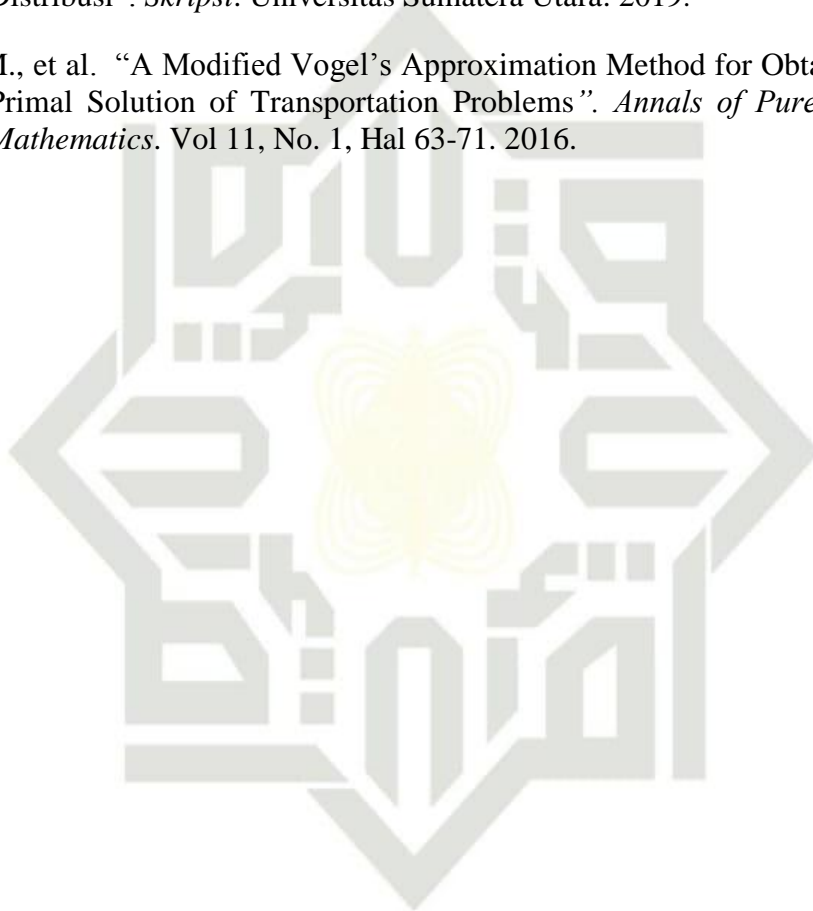
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Suteja, Untung. “Implementasi North West Corner Method dan Stepping Stones untuk Pendistribusian Ikan pada PT. Mandiri Sentosa”. *Jurnal Pelita Informatika*. Vol. 16, No. 3, Hal 198-200. 2017.

Tampubolon, Malindo, Carry, Name. “Perbandingan Metode Max-Min Vogel’s Approximation dan Least Cost Method untuk Meminimumkan Biaya Distribusi”. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. 2019.

Ullah, M., et al. “A Modified Vogel’s Approximation Method for Obtaining a Good Primal Solution of Transportation Problems”. *Annals of Pure and Applied Mathematics*. Vol 11, No. 1, Hal 63-71. 2016.



#### 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.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir pada tanggal, 29 Juni 1998 di Besitang, tepatnya Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Syahroni dan Ibu Desmaroza. Penulis masuk Taman Kanak-Kanak pada tahun 2002 di TK Raja Garuda Mas (RGM) Besitang dan meyelesaikannya pada tahun 2004. Pada Tahun 2010 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 075 Kampar. Tahun 2013 Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kampar Timur. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kampar Timur pada tahun 2016. Kemudian pada tahun 2016 penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada Fakultas Sains dan Teknologi dengan Program Studi Matematika.

Tahun 2019 penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di Rumah Sakit Jiwa Tampan Riau, dengan judul laporan **“Prediksi Rata-Rata Lamanya Pasien Dirawat (AVLOS) di Rumah Sakit Jiwa Tampan pada Tahun 2019 Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*”** yang dibimbing oleh Ibu Fitri Aryani, M.Sc. Kemudian pada tahun 2019 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Empat Balai, Kecamatan Kuok, Kabupaten Kampar. Tanggal 25 Juni 2020 penulis dinyatakan lulus ujian Tugas Akhir dengan judul **“Pengoptimalan Biaya Distribusi Menggunakan *Vogel’s Approximation Method* dan Tiga Metode Modifikasi dari *Vogel’s Approximation Method* (Studi Kasus: Mata Air Sikumbang Kampar)”** dibawah bimbingan Ibu Sri Basriati, M.Sc.