

repository.ub.ac.id

**PERBANDINGAN HASIL SOLUSI AWAL
IMPLIED COST METHOD (ICM) DAN
VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)
PADA MASALAH TRANSPORTASI**
(Studi Kasus: Distributor Buah Naga Kec. Purwoharjo Banyuwangi)

SKRIPSI

oleh:
VIVA RIMANADA
145090407111006



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

**PERBANDINGAN HASIL SOLUSI AWAL
IMPLIED COST METHOD (ICM) DAN
VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)
PADA MASALAH TRANSPORTASI**
(Studi Kasus: Distributor Buah Naga Kec. Purwoharjo Banyuwangi)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika

oleh:
VIVA RIMANADA
145090407111006



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**PERBANDINGAN HASIL SOLUSI AWAL
IMPLIED COST METHOD (ICM) DAN
VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)
PADA MASALAH TRANSPORTASI**

(Studi Kasus: Distributor Buah Naga Kec. Purwoharjo Banyuwangi)

oleh:

VIVA RIMANADA

145090407111006

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 17 Mei 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika

Pembimbing

Kwardiniya Andawaningtyas, S.Si., M.Si.
NIP. 197006221998022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Ratno Bagus Edy Wibowo, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197509082000031003



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Viva Rimanada
NIM : 145090407111006
Jurusan : Matematika
Penulis Skripsi berjudul : **PERBANDINGAN HASIL SOLUSI AWAL *IMPLIED COST METHOD* (ICM) DAN *VOGEL'S APPROXIMATION METHOD* (VAM) PADA MASALAH TRANSPORTASI (Studi Kasus: Distributor Buah Naga Kec. Purwoharjo Banyuwangi)**

dengan ini menyatakan bahwa:

1. isi Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di Daftar Pustaka dalam Skripsi ini hanya sebagai referensi.
2. apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran.

Malang, 17 Mei 2018
yang menyatakan,

Viva Rimanada
NIM 145090407111006



**PERBANDINGAN HASIL SOLUSI AWAL
IMPLIED COST METHOD (ICM) DAN
VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)
PADA MASALAH TRANSPORTASI**
(Studi Kasus: Distributor Buah Naga Kec. Purwoharjo Banyuwangi)

ABSTRAK

Metode transportasi merupakan metode untuk menentukan cara pengiriman suatu jenis barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan meminimumkan total biaya distribusi. Metode solusi awal yang digunakan adalah metode *Implied Cost Method* (ICM) dan metode *Vogel's Approximation Method* (VAM) kemudian dilanjutkan dengan metode *Stepping Stone* untuk mencari hasil yang optimal. Pada skripsi ini membahas tentang perbandingan hasil solusi awal ICM dan VAM serta mencari solusi optimal dari biaya distribusi. Untuk perhitungan menggunakan metode ICM diperoleh total biaya distribusi buah naga sebesar Rp.8.626.860.000 dengan tujuh iterasi sedangkan untuk metode VAM diperoleh total biaya distribusi buah naga sebesar Rp.8.550.920.000 dengan tujuh iterasi. Setelah solusi awal diperoleh dilanjutkan menggunakan metode *Stepping Stone* dan diperoleh hasil optimal sebesar Rp.8.406.360.000. Perbedaan jumlah iterasi dengan metode *Stepping Stone* terhadap solusi awal menghasilkan lima iterasi untuk metode ICM dan tiga iterasi untuk metode VAM. Pada studi kasus biaya pendistribusian buah naga solusi awal metode VAM lebih mendekati solusi optimal dibandingkan metode ICM.

Kata kunci: Transportasi, *Implied Cost Method* (ICM), *Vogel's Approximation Method* (VAM), *Stepping Stone*.



COMPARISON RESULT OF INITIAL SOLUTION *IMPLIED COST METHOD (ICM) AND VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (VAM) ON TRANSPORTATION PROBLEMS*

(Case Study: Distributor of Dragon Fruit Kec. Purwoharjo
Banyuwangi)

ABSTRACT

Transportation method is created to determine some case like how to send a certain type of goods from multiple sources to several destinations that used to minimized the costs. For the initial solution we used *Implied Cost Method (ICM)* and *Vogel's Approximation Method (VAM)*, then we continue with *Stepping Stone* method for the optimal solution. This final project discusses about comparison results of initial solutions ICM and VAM and find the optimal solution of distribution cost. For calculation using ICM method, total cost of dragon fruit distribution is Rp.8.626.860.000 with seven iterations, whereas for VAM method total cost of dragon fruit distribution is Rp.8.550.920.000 with seven iterations. After initial solutions have been gained continue with *Stepping Stone* method and gained optimal result of Rp.8.406.360.000. The difference of number iterations with *Stepping Stone* method to initial solution result five iterations for ICM method and three iterations for VAM method. For the distribution of dragon fruits case, the initial solution of the VAM is approaching the optimal solution than ICM.

Kata kunci: Transportation, Implied Cost Method (ICM), Vogel's Approximation Method (VAM), *Stepping Stone*.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas kehendak-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perbandingan Hasil Solusi Awal *Implied Cost Method* (ICM) Dan *Vogel's Approximation Method* (VAM) Pada Masalah Transportasi (Studi Kasus: Distributor Buah Naga Kec. Purwoharjo Banyuwangi) ini tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar sarjana di Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

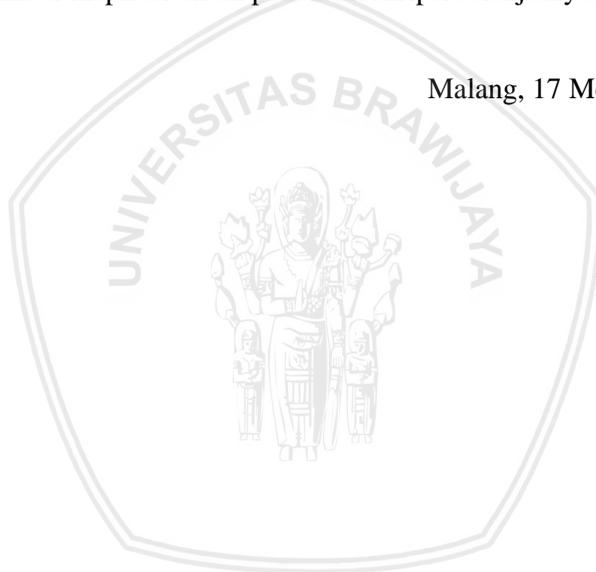
1. Kwardiniya Andawaningtyas, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran, kesabaran untuk membimbing penulis, meluangkan waktu, memberikan masukan, dan mendorong penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dra. Endang Wahyu Handamari, M.Si., dan Drs. Imam Nurhadi Purwanto, MT, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik, saran dan juga motivasi bagi penulis, sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
3. Ratno Bagus Edy Wibowo, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Matematika Universitas Brawijaya dan Dr. Isnani Darti, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika.
4. Prof. Dr. Marjono, M. Phil selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama penulis menempuh kuliah.
5. Seluruh dosen Matematika yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta staf administrasi Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
6. Bangkit Wibowo (Papa), Mar'atus Solihah (Mama), Pandhu Prakasiwi (Kakak), dan keluarga besar penulis atas segala doa, bantuan, dan motivasi yang tak pernah habis diberikan.
7. Sahabat-sahabat terdekat penulis, yaitu Ulan, Juwita, dan Aini yang selalu memberikan semangat, menghibur dikala jenuh, memberikan bantuan ketika penulis mendapatkan kesulitan,

menjadi teman diskusi dan bisa menjadi teman apapun bagi penulis.

8. Teman-teman KBM'14 (Keluarga Besar Matematika 2014) atas bantuan dan kebersamaannya.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan anugerah dan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat disampaikan melalui email vivarimanada@gmail.com. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, serta menjadi sumber inspirasi untuk penulisan skripsi selanjutnya.

Malang, 17 Mei 2018



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	lx
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Asumsi.....	2
1.5 Tujuan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Definisi Transportasi.....	3
2.2 Program Linier (<i>Linear Programming</i>).....	3
2.3 Model Transportasi.....	4
2.4 Metode Transportasi.....	7
2.5 Metode <i>Implied Cost Method</i> (ICM).....	8
2.6 Metode <i>Vogel's Approximation Method</i> (VAM).....	9
2.7 Metode <i>Stepping Stone</i>	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Jenis dan Sumber Data.....	11
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	11
3.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	11
3.4 Analisis Data Penelitian.....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Identifikasi Masalah dan Data yang Diperoleh.....	15
4.2 Hasil Perhitungan Solusi Awal Menggunakan Metode ICM.....	17
4.3 Hasil Perhitungan Solusi Awal Menggunakan Metode VAM.....	24

4.4 Uji optimalisasi solusi awal dengan metode <i>Stepping Stone</i>	30
4.5 Perbandingan Hasil Metode ICM dan Metode VAM.....	38
BAB V KESIMPULAN.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jaringan Transportasi.....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	13





DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Transportasi.....	8
Tabel 4.1 Tabel biaya distribusi desa Curahjati.....	16
Tabel 4.2 Tabel biaya distribusi desa Jatirejo.....	16
Tabel 4.3 Tabel biaya distribusi desa Purwoharjo.....	17
Tabel 4.4 Data biaya transportasi dalam satuan juta rupiah.....	17
Tabe; 4.5 Tabel transportasi awal.....	18
Tabel 4.6 Alokasi ICM iterasi 1.....	19
Tabel 4.7 Alokasi ICM iterasi 2.....	20
Tabel 4.8 Alokasi ICM iterasi 3.....	20
Tabel 4.9 Alokasi ICM iterasi 4.....	21
Tabel 4.10 Alokasi ICM iterasi 5.....	22
Tabel 4.11 Alokasi ICM iterasi 6.....	23
Tabel 4.12 Alokasi ICM iterasi 7.....	24
Tabel 4.13 Alokasi VAM iterasi 1.....	25
Tabel 4.14 Alokasi VAM iterasi 2.....	26
Tabel 4.15 Alokasi VAM iterasi 3.....	27
Tabel 4.16 Alokasi VAM iterasi 4.....	28
Tabel 4.17 Alokasi VAM iterasi 5.....	28
Tabel 4.18 Alokasi VAM iterasi 6.....	29
Tabel 4.19 Alokasi VAM iterasi 7.....	30
Tabel 4.20 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 1...	31
Tabel 4.21 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 2...	32
Tabel 4.22 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 3...	32
Tabel 4.23 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 4...	33
Tabel 4.24 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 5...	34
Tabel 4.25 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 1...	36
Tabel 4.26 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 2...	37
Tabel 4.27 Tabel perhitungan metode <i>Stepping Stone</i> iterasi 3...	37
Tabel 4.28 Tabel perbandingan hasil metode ICM dan metode VAM.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah transportasi bertujuan untuk menentukan cara pengiriman (distribusi) suatu jenis barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan meminimumkan biaya. Biasanya jumlah barang yang dapat disalurkan dari setiap lokasi penawaran adalah tetap atau terbatas, namun jumlah permintaan pada setiap lokasi permintaan bervariasi. Tujuan dari pemecahan masalah transportasi adalah untuk menentukan berapa banyak unit barang yang harus dikirim dari setiap sumber ke setiap tujuan sehingga permintaan dari setiap tujuan terpenuhi dan total biaya kirim minimum (Agustini dan Rahmadi, 2004).

Menurut Siang (2011) Metode Vogel atau *Vogel's Approximation Method* (VAM) merupakan salah satu metode transportasi yang digunakan untuk menentukan solusi awal dengan mengalokasikan sumber daya dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (daerah pemasaran). Metode solusi awal yang baru adalah *Implied Cost Method* (ICM). ICM merupakan sebuah metode baru untuk menentukan solusi awal dengan hasil mendekati nilai optimal (Babu dkk, 2014).

Paper yang ditulis oleh Babu dkk adalah sebagai referensi untuk skripsi ini. Dalam paper ini menerapkan metode ICM untuk menentukan solusi awal dari permasalahan transportasi dan membandingkannya dengan metode VAM. Shoimah (2015) menggunakan metode *Least Cost* untuk menentukan solusi awal dan membandingkan hasil dari metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution* (MODI). Rossa (2016) menggunakan metode VAM dan metode *North West Corner Method* (NWCN) untuk menentukan solusi awal dari permasalahan transportasi dan menerapkan metode *Stepping Stone* untuk melakukan uji optimalitas terhadap solusi awal.

Skripsi ini membandingkan hasil solusi awal metode ICM dan metode VAM untuk masalah transportasi. Setelah solusi awal diperoleh, perhitungan dilanjutkan untuk mencari hasil yang optimal menggunakan metode *Stepping Stone*. Studi kasus pada skripsi ini

yaitu pengiriman buah naga dari tiga distributor ke lima kota tujuan dengan tujuan untuk meminimumkan total biaya distribusi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada skripsi ini:

1. bagaimana cara menentukan hasil solusi awal menggunakan metode ICM?
2. bagaimana cara menentukan hasil solusi awal menggunakan metode VAM?
3. bagaimana hasil solusi optimal dari solusi awal yang diperoleh dari metode ICM dan metode VAM?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Dari petani buah naga menjual ke distributor dan dikirimkan ke lima kota tujuan.
2. Terdapat tiga distributor, yaitu distributor Curahjati, distributor Jatirejo, dan distributor Purwoharjo.
3. Pengiriman dilakukan pada lima kota tujuan yaitu, Surabaya, Yogyakarta, Bandung, Jakarta, dan Kediri.

1.4 Asumsi

Asumsi pada skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Model transportasi yang digunakan adalah seimbang.
2. Setiap distributor mengirimkan buah naga pada satu tempat di masing-masing kota tujuan.

1.5 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menentukan hasil solusi awal menggunakan metode ICM.
 2. Untuk menentukan hasil solusi awal menggunakan metode VAM.
- Untuk menentukan perbandingan hasil solusi awal metode ICM dan metode VAM.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Transportasi

Pada umumnya, masalah transportasi berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber menuju beberapa tujuan dengan permintaan tertentu pada biaya transportasi minimum (Mulyono, 1991). Menurut Sukarto (2006) terdapat lima unsur pokok transportasi yaitu:

1. manusia yang membutuhkan transportasi,
2. barang yang diperlukan manusia,
3. kendaraan sebagai sarana transportasi,
4. jalan sebagai prasarana transportasi,
5. organisasi sebagai pengelola transportasi.

Pada dasarnya, kelima unsur di atas saling terkait untuk terlaksananya transportasi, yaitu terjaminnya barang yang dikirim akan sampai ke tempat tujuan dalam keadaan baik seperti pada saat awal pengiriman.

2.2 Program Linier (*Linear Programming*)

Pemrograman linier berasal dari kata pemrograman dan linier. Pemrograman disini mempunyai arti kata perencanaan dan linier ini berarti bahwa fungsi-fungsi yang digunakan merupakan fungsi linier. Menurut Dimiyati (1992), definisi program linier adalah perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik di antara seluruh alternatif yang fisibel. Langkah-langkah awal yang harus ditentukan dalam penyelesaian masalah dengan metode program linier adalah dengan menentukan tiga faktor utama, yaitu:

1. variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat,
2. fungsi tujuan adalah fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (untuk pendapatan atau keuntungan) atau diminimumkan (untuk ongkos),
3. pembatas merupakan kendala yang dihadapi sehingga harga-harga variabel keputusan tidak bisa ditentukan secara sembarang.

Bentuk standar dari program linier menurut Siswanto (2007) adalah:
maksimum/minimum:

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} b_i, i = 1, 2, 3 \dots m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

untuk:

x_j = variabel keputusan ke- j

C_j = parameter fungsi tujuan ke- j

b_i = kapasitas kendala ke- i

a_{ij} = parameter fungsi kendala ke- i untuk variabel keputusan ke- j

Z = fungsi tujuan

n = jumlah tujuan

m = jumlah sumber

2.3 Model Transportasi

Menurut Hillier dan Lieberman (2000), model transportasi merupakan perluasan dari persoalan program linier. Bentuk standar dari model transportasi menurut Hillier dan Lieberman (2000) adalah:

minimum:

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

kendala/pembatas:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = s_i \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad \text{untuk } j = 1, 2, \dots, n$$

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

untuk:

Z = fungsi tujuan

C_{ij} = biaya yang terkait dengan setiap unit x_{ij}

x_{ij} = unit yang dikirim dari sumber- i ke tujuan ke- j

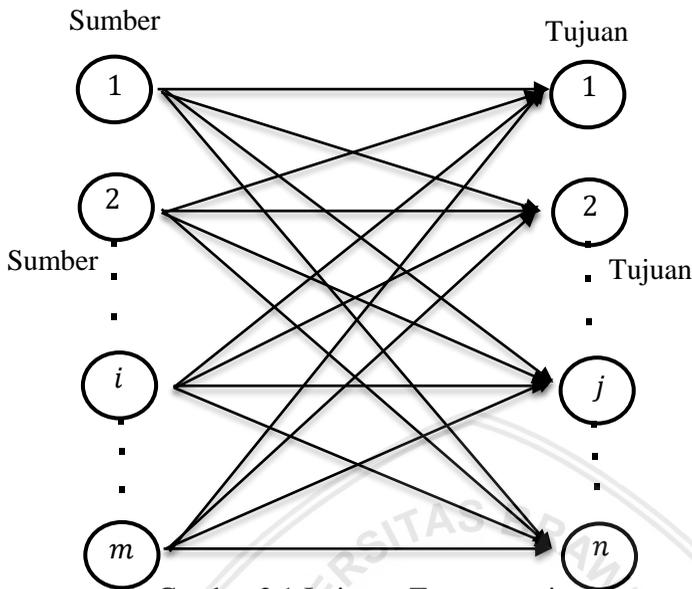
n = jumlah tujuan

m = jumlah sumber

s_i = jumlah persediaan pada sumber i

d_j = jumlah permintaan pada tujuan j

Model transportasi membahas penentuan rencana biaya minimum untuk transportasi (pengangkutan) *single commodity* dari sejumlah lokasi sumber seperti pabrik, lokasi penambangan, pelabuhan dan sebagainya ke sejumlah lokasi tujuan seperti gudang, pusat distribusi, wilayah pemasaran dan lain-lain. Biaya transportasi merupakan bagian terpenting dari total pengeluaran sebuah perusahaan beserta biaya produksi. Model transportasi dapat diilustrasikan sebagai suatu mode jaringan transportasi umum seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jaringan Transportasi

Model transportasi dibagi menjadi dua macam, yaitu model transportasi seimbang dan model transportasi tidak seimbang.

1. Model transportasi dikatakan seimbang jika jumlah total permintaan sama dengan jumlah total persediaan. Hal ini dapat ditulis dalam model matematika sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^m s_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

2. Model transportasi dikatakan tidak seimbang jika jumlah total permintaan tidak sama dengan jumlah total persediaan. Hal ini dapat ditulis dalam model matematika sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^m s_i \leq \sum_{j=1}^n d_j \text{ atau } \sum_{i=1}^m s_i \geq \sum_{j=1}^n d_j.$$

2.4 Metode Transportasi

Menurut Mulyono (1991) pada umumnya masalah transportasi berhubungan dengan pendistribusian suatu produk tunggal dari beberapa sumber menuju beberapa tujuan, dengan permintaan tertentu, dan biaya transport minimum. Jadi, metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Terdapat dua solusi dalam metode transportasi, yaitu sebagai berikut.

1. Solusi awal

Solusi awal berfungsi untuk menentukan alokasi distribusi awal yang akan membuat seluruh kapasitas distribusi awal sumber teralokasikan ke seluruh tujuan. Metode untuk menentukan solusi awal adalah sebagai berikut.

- a. *North West Corner Method* (NWCM).
- b. *Vogel's Approximation Method* (VAM).
- c. *Least Cost*.

Metode baru untuk menentukan solusi awal menurut Babu dkk,2014 yaitu:

- d. *Implied Cost Method* (ICM).

2. Solusi optimal

Solusi optimal adalah solusi fisibel yang mungkin mempunyai nilai maksimum atau minimum dari fungsi tujuan. Metode untuk menentukan solusi optimal adalah sebagai berikut.

- a. *Metode Stepping Stone*.
- b. *Modified Distribution* (MODI).

Ciri-ciri khusus persoalan transportasi menurut Dimiyati (1992) adalah sebagai berikut:

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

Syarat dari metode transportasi adalah besarnya kebutuhan (permintaan) sama dengan kapasitas, apabila kebutuhan tidak sama dengan kapasitas maka akan ditambahkan variabel *dummy* dengan biaya distribusi sebesar 0 (nol). Bentuk umum tabel transportasi akan ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tabel Transportasi

Tujuan Sumber	1	2	...	n	Persediaan
1	X_{11} C_{11}	X_{12} C_{12}	...	X_{1n} C_{1n}	s_1
2	X_{21} C_{21}	X_{22} C_{22}	...	X_{2n} C_{2n}	s_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	X_{m1} C_{m1}	X_{m2} C_{m2}	...	X_{mn} C_{mn}	s_m
Permintaan	d_1	d_2	...	d_n	

untuk:

C_{ij} = biaya per unit produk dari sumber i ke tujuan j

s_i = jumlah persediaan pada sumber i

d_j = jumlah permintaan pada tujuan j

n = jumlah tujuan

m = jumlah sumber

x_{ij} = jumlah persediaan yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j

2.5 Metode *Implied Cost Method* (ICM)

Menurut Babu dkk (2014) ICM adalah metode baru untuk menentukan penyelesaian solusi awal masalah transportasi dengan hasil mendekati nilai optimal. Algoritma ICM untuk menentukan penyelesaian solusi awal masalah transportasi adalah sebagai berikut.

1. Menentukan *implied cost* dengan mengalikan biaya transportasi dan jumlah permintaan dan persediaan maksimum yang mungkin untuk setiap sel dan letakkan di sudut kiri bawah setiap sel yang akan ditunjukkan pada kotak kedua.
2. Memilih hasil kali terkecil, kemudian pilih alokasi terkecil dari jumlah permintaan dan persediaan dan letakkan di bawah hasil kali *implied cost* pada setiap sel yang akan ditunjukkan pada kotak ketiga.
3. Menyesuaikan permintaan dan persediaan dan kolom/baris yang telah terisi pada langkah dua dapat diabaikan.
4. Jika terdapat dua atau lebih *implied cost* yang sama maka pilihlah sel dimana alokasinya maksimal.
5. Mengulangi langkah 1-4 hingga semua permintaan dan persediaan habis.

2.6 Metode *Vogel's Approximation Method* (VAM)

Menurut Siang (2011) perhitungan penyelesaian awal dengan metode Vogel lebih rumit, akan tetapi biasanya lebih mendekati penyelesaian optimalnya. VAM melakukan alokasi dalam suatu cara yang akan meminimumkan *penalty (opportunity cost)* dalam memilih kotak yang salah untuk suatu alokasi. Algoritma Vogel untuk menentukan penyelesaian solusi awal masalah transportasi adalah sebagai berikut.

1. Pada tiap baris dan kolom, menghitung selisih dua sel dengan biaya yang terkecil.
2. Menentukan baris/kolom hasil langkah (1) yang selisihnya terbesar. Jika terdapat lebih dari satu, maka dapat dipilih sembarang.
3. Pada baris/kolom yang terpilih, mengisikan barang semaksimal mungkin pada sel dengan biaya terkecil. Hapus baris/kolom yang telah terisi. Jika baris dan kolom terhapus bersamaan, maka menambahkan sebuah variabel dummy.
4. Mengulangi langkah 1-3 hingga semua permintaan dan persediaan habis.

2.7 Metode *Stepping Stone*

Metode *Stepping Stone* adalah metode untuk menentukan solusi optimum dari solusi awal yang sudah diketahui. Langkah

berikutnya adalah meminimumkan biaya transport dengan memasukkan variabel non basis (yaitu alokasi barang ke kotak kosong) ke dalam solusi. Menurut Heizer dan Render (2014), langkah-langkah *Stepping Stone* adalah sebagai berikut.

1. Memilih kotak yang tidak terpakai untuk dievaluasi.
2. Dimulai dari kotak yang akan dievaluasi, telusuri sebuah jalur tertutup yang kembali ke kotak awal melalui kotak-kotak yang sedang digunakan (yang diizinkan hanyalah gerakan vertikal dan horizontal). Walaupun demikian, boleh melangkahi kotak manapun baik kosong ataupun berisi.
3. Memulai dengan tanda plus (+) pada kotak yang tidak terpakai, menempatkan secara bergantian tanda plus dan tanda minus pada setiap kotak pada jalur yang tertutup yang baru saja dilalui.
4. Jumlah loncatan bersifat genap (dapat berjumlah sel 4, 6, 8, dst).
5. Menghitung indeks perbaikan dengan cara menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap kotak yang berisi tanda plus, kemudian dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak berisi tanda minus.

Mengulangi langkah 1-5 sampai semua indeks perbaikan untuk semua kotak yang tidak terpakai sudah dihitung. Jika semua indeks yang dihitung lebih besar atau sama dengan nol, maka solusi optimal sudah tercapai.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Menurut Surakhmad (1998) jenis dan sumber data dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Sumber-sumber data informasi yang dikumpulkan untuk menjadi dasar kesimpulan dari sebuah penelitian adalah data primer. Data primer diperoleh dari hasil wawancara kepada tiga distributor buah naga yang melakukan pengiriman ke lima kota tujuan pada bulan November 2017. Wawancara dilakukan pada distributor yang bertempat di desa Curahjati, desa Jatirejo, dan desa Purwoharjo.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Menurut Riduwan (2009) metode pengumpulan data ialah teknik atau cara-cara yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data dari hasil wawancara. Wawancara adalah suatu cara pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh informasi langsung dari sumbernya. Wawancara digunakan bila ingin mengetahui hal-hal dari responden secara lebih mendalam serta jumlah responden sedikit. Hasil wawancara yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Produksi buah naga dalam satu bulan dalam satuan ton.
2. Biaya distribusi ke lima kota tujuan dalam satuan juta rupiah.
3. Jumlah permintaan lima kota tujuan dalam satuan ton.

3.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Banyuwangi merupakan kota yang terletak di Jawa Timur dan mempunyai produksi buah naga terbesar. Terdapat banyak distributor di Banyuwangi, tetapi dalam penelitian ini dilaksanakan pada distributor yang berada pada desa Curahjati, desa Jatirejo, dan desa Purwoharjo. Data yang digunakan adalah data pada bulan November 2017.

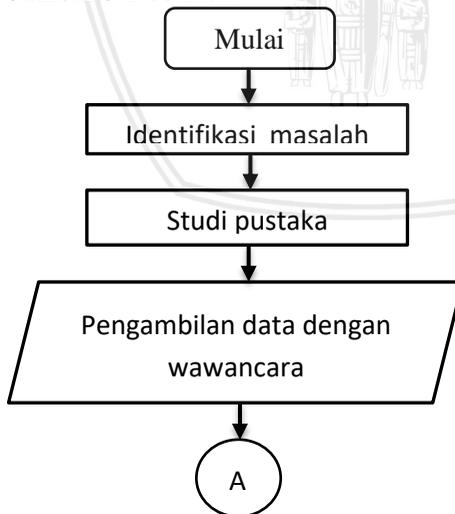
3.4 Analisis Data Penelitian

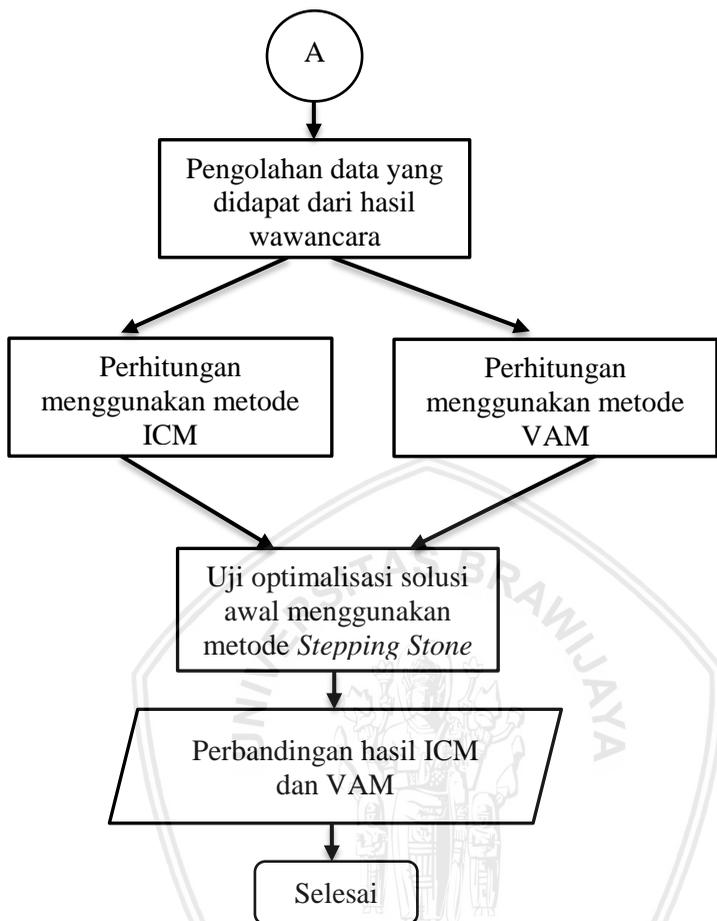
Langkah-langkah pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi masalah dan pengambilan data.
2. Mengolah data hasil wawancara menggunakan metode ICM dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Menentukan *implied cost* dengan mengalikan biaya transportasi dan jumlah permintaan dan persediaan maksimum yang mungkin untuk setiap sel dan letakkan di sudut kiri bawah setiap sel yang akan ditunjukkan pada kotak kedua.
 - b. Memilih hasil kali terkecil, kemudian pilih alokasi terkecil dari jumlah permintaan dan persediaan dan letakkan di bawah hasil kali *implied cost* pada setiap sel yang akan ditunjukkan pada kotak ketiga.
 - c. Menyesuaikan permintaan dan persediaan dan kolom/baris yang telah terisi pada langkah dua dapat diabaikan.
 - d. Jika terdapat dua atau lebih *implied cost* yang sama maka pilihlah sel dimana alokasinya maksimal.
 - e. Mengulangi langkah a-d hingga semua permintaan dan persediaan.
3. Mengolah data hasil wawancara menggunakan metode VAM dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Pada tiap baris dan kolom, menghitung selisih dua sel dengan biaya yang terkecil.
 - b. Menentukan baris/kolom hasil langkah (1) yang selisihnya terbesar. Jika terdapat lebih dari satu, maka dapat dipilih sembarang.
 - c. Pada baris/kolom yang terpilih, mengisikan barang semaksimal mungkin pada sel dengan biaya terkecil. Hapus baris/kolom yang telah terisi. Jika baris dan kolom terhapus bersamaan, maka menambahkan sebuah variabel dummy.
 - d. Mengulangi langkah a-c hingga semua permintaan dan persediaan habis.
4. Membandingkan hasil dari metode ICM dan metode VAM untuk mengetahui hasil optimal dengan metode *Stepping Stone* dengan langkah sebagai berikut.

- a. Memilih kotak yang tidak terpakai untuk dievaluasi.
- b. Dimulai dari kotak yang akan dievaluasi, telusuri sebuah jalur tertutup yang kembali ke kotak awal melalui kotak-kotak yang sedang digunakan (yang diizinkan hanyalah gerakan vertikal dan horizontal). Walaupun demikian, boleh melangkahi kotak manapun baik kosong ataupun berisi.
- c. Memulai dengan tanda plus (+) pada kotak yang tidak terpakai, menempatkan secara bergantian tanda plus dan tanda minus pada setiap kotak pada jalur yang tertutup yang baru saja dilalui.
- d. Jumlah loncatan bersifat genap (dapat berjumlah sel 4, 6, 8, dst).
- e. Menghitung indeks perbaikan dengan cara menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap kotak yang berisi tanda plus, kemudian dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak berisi tanda minus.
- f. Mengulangi langkah a-e sampai semua indeks perbaikan untuk semua kotak yang tidak terpakai sudah dihitung. Jika semua indeks yang dihitung lebih besar atau sama dengan nol, maka solusi optimal sudah tercapai.

Gambar diagram alir penelitian dari skripsi ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah dan Data yang Diperoleh

Banyuwangi merupakan kota dengan produksi buah naga terbesar. Terdapat banyak distributor di Banyuwangi yang mempunyai biaya pengiriman berbeda-beda setiap distributor. Dalam skripsi ini diambil tiga distributor yang akan mengirimkan buah naga ke lima kota tujuan dan setiap distributor dalam satu bulan mengirimkan produksi buah naga sebanyak enam kali. Pada penelitian ini menggunakan metode ICM dan metode VAM untuk menghitung biaya distributor. Setelah dihitung menggunakan kedua metode tersebut, perhitungan akan dilanjutkan menggunakan metode *Stepping Stone* untuk mengetahui nilai keoptimalannya. Dari hasil wawancara diperoleh sebagai berikut.

1. Data persediaan (*supply*) buah naga pada tiga distributor dalam satuan ton.

- a. Distributor Curahjati = 123 ton (dinotasikan sumber A)
- b. Distributor Jatirejo = 107 ton (dinotasikan sumber B)
- c. Distributor Purwoharjo = 100 ton (dinotasikan sumber C)

2. Kota tujuan pengiriman adalah sebagai berikut.

- a. Surabaya (dinotasikan sebagai tujuan 1)
- b. Yogyakarta (dinotasikan sebagai tujuan 2)
- c. Bandung (dinotasikan sebagai tujuan 3)
- d. Jakarta (dinotasikan sebagai tujuan 4)
- e. Kediri (dinotasikan sebagai tujuan 5)

1. Data permintaan (*demand*) buah naga pada lima kota dalam satuan ton.

- a. Distributor Curahjati
 - 1. Surabaya = 30 ton
 - 2. Yogyakarta = 20 ton
 - 3. Bandung = 28 ton
 - 4. Jakarta = 20 ton
 - 5. Kediri = 25 ton

- b. Distributor Jatirejo
1. Surabaya = 20 ton
 2. Yogyakarta = 28 ton
 3. Bandung = 25 ton
 4. Jakarta = 12 ton
 5. Kediri = 22 ton
- c. Distributor Purwoharjo
1. Surabaya = 18 ton
 2. Yogyakarta = 18 ton
 3. Bandung = 24 ton
 4. Jakarta = 17 ton
 5. Kediri = 23 ton

2. Biaya distribusi ke lima kota tujuan dalam satuan juta rupiah akan ditunjukkan pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.3. Tabel 4.1 adalah tabel biaya distribusi desa Curahjati ke lima kota tujuan.

Tabel 4. 1 Tabel biaya distribusi desa Curahjati

Kota	Biaya kirim dalam satuan juta rupiah
Surabaya	9
Yogyakarta	15
Bandung	39,2
Jakarta	100
Kediri	7,5

Tabel 4.2 adalah tabel biaya distribusi desa Jatirejo ke lima kota tujuan.

Tabel 4. 2 Tabel biaya distribusi desa Jatirejo

Kota	Biaya kirim dalam satuan juta rupiah
Surabaya	5,7
Yogyakarta	20
Bandung	36
Jakarta	66
Kediri	6,6

Tabel 4.3 adalah tabel biaya distribusi desa Purwoharjo ke lima kota tujuan.

Tabel 4. 3 Tabel biaya distribusi desa Purwoharjo

Kota	Biaya kirim dalam satuan juta rupiah
Surabaya	4,32
Yogyakarta	11,52
Bandung	33
Jakarta	80
Kediri	4,6

3. Rangkuman biaya transportasi dari Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.3 akan ditunjukkan pada Tabel 4.4 dalam satuan juta rupiah.

Tabel 4. 4 Data biaya transportasi dalam satuan juta rupiah

Tujuan Distributor \	1	2	3	4	5
A	9	15	39,2	100	7,5
B	5,7	20	36	66	6,6
C	4,32	11,52	33	80	4,6

4.2 Hasil Perhitungan Solusi Awal Menggunakan Metode ICM

Hasil perhitungan solusi awal dapat disederhanakan menjadi tabel transportasi seperti pada Tabel 4.5. Berdasarkan langkah-langkah penyelesaian metode transportasi menggunakan ICM yang telah dibahas dalam subbab 2.5. akan diberikan contoh untuk baris satu.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Baris-1} &= 9 \times 68 = 612 \\
 &15 \times 66 = 990 \\
 &39,2 \times 77 = 3.018,4 \\
 &100 \times 62 = 6.200 \\
 &7,5 \times 57 = 427,5
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk baris kedua dan ketiga. Hasil terkecil dari perhitungan terdapat pada baris-3 kolom-5 dengan alokasi permintaan sebesar 57 kemudian letakkan

di bawah hasil kali *implied cost*. Sesuaikan persediaan dan permintaan dan coret kolom-5. Iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 5 Tabel transportasi awal

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15	39,2	100	7,5	123
B	5,7	20	36	66	6,6	107
C	4,32	11,52	33	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Pada iterasi 2 dihitung *implied cost* untuk setiap *cell* yang belum dicoret dengan mengabaikan kolom-5. Akan diberikan contoh perhitungan untuk baris 1.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Baris-1} &= 9 \times 68 = 612 \\
 &15 \times 66 = 990 \\
 &39,2 \times 77 = 3.018,4 \\
 &100 \times 62 = 6.200
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk baris kedua dan ketiga. Hasil terkecil dari perhitungan terdapat pada baris-3 kolom-1 dengan alokasi persediaan sebesar 43 kemudian letakkan di bawah hasil kali *implied cost*. Sesuaikan persediaan dan permintaan dan coret baris-3. Iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 6 Alokasi ICM iterasi 1

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9 612	15 990	39,2 3.018,4	100 6.200	7,5 427,5	123
B	5,7 387,6	20 1.320	36 2.772	66 4.092	6,6 376,2	107
C	4,32 293,76	11,52 760,32	33 2.541	80 4.960	4,6 262,2 57	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Pada iterasi 3 dihitung *implied cost* untuk setiap *cell* yang belum dicoret dengan mengabaikan kolom-5 dan baris-3. Akan diberikan contoh perhitungan untuk baris 1.

$$\begin{aligned}
 1. \quad \text{Baris-1} &= 9 \times 25 = 225 \\
 &15 \times 66 = 990 \\
 &39,2 \times 77 = 3.018,4 \\
 &100 \times 62 = 6.200
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk baris kedua. Hasil terkecil dari perhitungan terdapat pada baris-2 kolom-1 dengan alokasi permintaan sebesar 25 kemudian letakkan di bawah hasil kali *implied cost*. Sesuaikan persediaan dan permintaan dan coret kolom-1. Iterasi 3 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 7 Alokasi ICM iterasi 2

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9 612	15 990	39,2 3.018,4	100 6.200	7,5	123
B	5,7 387,6	20 1.320	36 2.772	66 4.092	6,6	107
C	4,32 185,76 43	11,52 495,36	33 1.419	80 3.440	4,6 262,2 57	43
Permintaan	68	66	77	62		

Tabel 4. 8 Alokasi ICM iterasi 3

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9 225	15 990	39,2 3.018,4	100 6.200	7,5	123
B	5,7 142,5 25	20 1.320	36 2.772	66 4.092	6,6	107
C	4,32 185,76 43	11,52	33	80	4,6 262,2 57	
Permintaan	25	66	77	62		

Pada iterasi 4 dihitung *implied cost* untuk setiap *cell* yang belum dicoret dengan mengabaikan kolom-5, baris-3 dan kolom-1. Akan diberikan contoh perhitungan untuk baris 1.

$$\begin{aligned}
 1. \text{Baris-1} &= 15 \times 66 = 990 \\
 &39,2 \times 77 = 3.018,4 \\
 &100 \times 62 = 6.200
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk baris kedua. Hasil terkecil dari perhitungan terdapat pada baris-1 kolom-2 dengan alokasi permintaan sebesar 66 kemudian letakkan di bawah hasil kali *implied cost*. Sesuaikan persediaan dan permintaan dan coret kolom-2. Iterasi 4 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Alokasi ICM iterasi 4

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9 142,5 25	15 990 66	39,2 3.018,4	100 6.200	7,5 6,6	123
B	5,7 142,5 25	20 1.320	36 2.772	66 4.092	6,6	82
C	4,32 185,76 43	11,52	33	80	4,6 262,2 57	
Permintaan		66	77	62		

Pada iterasi 5 dihitung *implied cost* untuk setiap *cell* yang belum dicoret dengan mengabaikan kolom-5, baris-3, kolom-1 dan kolom-2. Akan diberikan contoh perhitungan untuk baris 1.

$$\begin{aligned}
 1. \text{Baris-1} &= 39,2 \times 57 = 2.234,4 \\
 &100 \times 57 = 5.700
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk baris kedua. Hasil terkecil dari perhitungan terdapat pada baris-1 kolom-3 dengan alokasi persediaan sebesar 57 kemudian letakkan di bawah hasil kali *implied cost*. Sesuaikan persediaan dan permintaan dan coret baris-1. Iterasi 5 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Pada iterasi 6 dihitung *implied cost* untuk setiap *cell* yang belum dicoret dengan mengabaikan kolom-5, baris-3, kolom-1, kolom-2 dan baris-1. Akan diberikan contoh perhitungan untuk baris 2.

$$1. \text{ Baris-2} = 36 \times 20 = 720$$

$$66 \times 62 = 4.092$$

Hasil terkecil dari perhitungan terdapat pada baris-2 kolom-3 dengan alokasi permintaan sebesar 20 kemudian letakkan di bawah hasil kali *implied cost*. Sesuaikan persediaan dan permintaan dan coret kolom-3. Iterasi 6 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Alokasi ICM iterasi 5

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15	39,2	100	7,5	57
		990	2.234,4	5.700		
		66	57			
B	5,7	20	36	66	6,6	82
	142,5		2.772	1.056		
	25					
C	4,32	11,52	33	80	4,6	
	185,76				262,2	
	43				57	
Permintaan			77	62		

Pada iterasi 7 dihitung *implied cost* untuk setiap *cell* yang belum dicoret dengan mengabaikan kolom-5, baris-3, kolom-1, kolom-2, baris-1 dan kolom-3. Akan diberikan contoh perhitungan untuk baris 2.

$$1. \text{ Baris-2} = 66 \times 62 = 4.092$$

Pada iterasi 7 tersisa satu *cell* sehingga alokasikan 62 pada baris-2 kolom-4 dan coret kolom-4. Dari Tabel 4.12 dapat dihitung total biaya transportasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Z &= 990 + 2.234,4 + 142,5 + 720 + 4.092 + 185,76 + 262,2 \\ &= 8.626,86 \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Alokasi ICM iterasi 6

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9 990 66	15 2.234,4 57	39,2	100	7,5	
B	5,7 142,5 25	20	36 720 20	66 4.092	6,6	82
C	4,32 185,76 43	11,52	33	80	4,6 262,2 57	
Permintaan			20	62		

Tabel 4. 12 Alokasi ICM iterasi 7

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15	39,2	100	7,5	
		990	2.234,4			
		66	57			
B	5,7	20	36	66	6,6	
	142,5		720	4.092		
	25		20	62		
C	4,32	11,52	33	80	4,6	
	185,76				262,2	
	43				57	
Permintaan						

4.3 Hasil Perhitungan Solusi Awal Menggunakan Metode VAM

Untuk iterasi pertama pada tiap baris dan kolom menghitung selisih dua sel dengan biaya terkecil. Pada iterasi pertama selisih terbesar terdapat pada kolom-4 dengan alokasi sebesar 62. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret kolom-4. Perhitungan iterasi 1 adalah sebagai berikut dan alokasi pada iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

$$\text{Baris-1} = 9 - 7,5 = 1,5$$

$$\text{Baris-2} = 6,6 - 5,7 = 0,9$$

$$\text{Baris-3} = 4,6 - 4,32 = 0,28$$

$$\text{Kolom-1} = 5,7 - 4,32 = 1,38$$

$$\text{Kolom-2} = 15 - 11,52 = 3,48$$

$$\text{Kolom-3} = 36 - 33 = 3$$

$$\text{Kolom-4} = 80 - 66 = 14 \text{ (nilai selisih terbesar)}$$

$$\text{Kolom-5} = 6,6 - 4,6 = 2$$

Tabel 4. 13 Alokasi VAM iterasi 1

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15	39,2	100	7,5	123
B	5,7	20	36	66	6,6	107
C	4,32	11,52	33	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Pada iterasi 2 dihitung selisih antara dua *cell* dengan biaya terkecil dengan mengabaikan kolom-4. Perhitungan iterasi 2 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Baris-1} &= 9 - 7,5 = 1,5 \\
 \text{Baris-2} &= 6,6 - 5,7 = 0,9 \\
 \text{Baris-3} &= 4,6 - 4,32 = 0,28 \\
 \text{Kolom-1} &= 5,7 - 4,32 = 1,38 \\
 \text{Kolom-2} &= 15 - 11,52 = 3,48 \text{ (nilai selisih terbesar)} \\
 \text{Kolom-3} &= 36 - 33 = 3 \\
 \text{Kolom-5} &= 6,6 - 4,6 = 2
 \end{aligned}$$

Nilai selisih terbesar terdapat pada kolom-2 dengan alokasi sebesar 66. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret kolom-2. Alokasi pada iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Pada iterasi 3 dihitung selisih antara dua *cell* dengan biaya terkecil dengan mengabaikan kolom-4 dan kolom-2. Perhitungan iterasi 3 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Baris-1} &= 9 - 7,5 = 1,5 \\
 \text{Baris-2} &= 6,6 - 5,7 = 0,9 \\
 \text{Baris-3} &= 4,6 - 4,32 = 0,28
 \end{aligned}$$

Kolom-1 = $5,7 - 4,32 = 1,38$
 Kolom-3 = $36 - 33 = 3$ (nilai selisih terbesar)
 Kolom-5 = $6,6 - 4,6 = 2$

Nilai selisih terbesar terdapat pada kolom-3 dengan alokasi sebesar 34. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret baris-3. Alokasi iterasi 3 dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 14 Alokasi VAM iterasi 2

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15	39,2	100	7,5	123
B	5,7	20	36	66 62	6,6	107
C	4,32	11,52 66	33	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Pada iterasi 4 dihitung selisih antara dua *cell* dengan biaya terkecil dengan mengabaikan kolom-4, kolom-2 dan baris-3. Perhitungan iterasi 4 adalah sebagai berikut.

Baris-1 = $9 - 7,5 = 1,5$
 Baris-2 = $6,6 - 5,7 = 0,9$
 Kolom-1 = $9 - 5,7 = 3,3$ (nilai selisih terbesar)
 Kolom-3 = $39,2 - 36 = 3,2$
 Kolom-5 = $7,5 - 6,6 = 0,9$

Nilai selisih terbesar terdapat pada kolom-1 dengan alokasi sebesar 45. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret baris-2. Alokasi iterasi 4 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Pada iterasi 5 dihitung selisih antara dua *cell* dengan biaya terkecil dengan mengabaikan kolom-4, kolom-2, baris-3 dan baris-2. Perhitungan iterasi 5 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Baris-1} &= 9 - 7,5 = 1,5 \\ \text{Kolom-1} &= 9 \\ \text{Kolom-3} &= 39,2 \text{ (nilai terbesar)} \\ \text{Kolom-5} &= 7,5 \end{aligned}$$

Nilai terbesar terdapat pada kolom-3 dengan alokasi sebesar 43. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret kolom-3. Alokasi iterasi 5 dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4. 15 Alokasi VAM iterasi 3

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15	39,2	100	7,5	123
B	5,7	20	36	66 62	6,6	107
C	4,32	11,52 66	33 34	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Pada iterasi 6 menghitung selisih dua *cell* dengan biaya terkecil dengan mengabaikan kolom-4, kolom-2, baris-3, baris-2 dan kolom-2. Perhitungan iterasi 6 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Baris-1} &= 9 - 7,5 = 1,5 \\ \text{Kolom-1} &= 9 \text{ (nilai terbesar)} \\ \text{Kolom-5} &= 7,5 \end{aligned}$$

Nilai terbesar terdapat pada kolom-1 dengan alokasi sebesar 23. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret kolom-1. Alokasi iterasi 6 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 16 Alokasi VAM iterasi 4

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan	
A	9	15	39,2	100	7,5	123	
B	45	5,7	20	36	66	6,6	107
C	4,32	11,52	33	80	4,6	100	
Permintaan	68	66	77	62	57		

Tabel 4. 17 Alokasi VAM iterasi 5

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan	
A	9	15	39,2	100	7,5	123	
B	45	5,7	20	36	66	6,6	107
C	4,32	11,52	33	80	4,6	100	
Permintaan	68	66	77	62	57		

Tabel 4. 18 Alokasi VAM iterasi 6

Tujuan / Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	23	9	15	39,2	100	7,5
B	45	5,7	20	36	66	6,6
C		4,32	11,52	33	80	4,6
Permintaan	68	66	77	62	57	

Pada iterasi 7 menghitung selisih dua *cell* dengan biaya terkecil dengan mengabaikan kolom-4, kolom-2, baris-3, baris-2, kolom-2 dan kolom-1. Perhitungan iterasi 7 adalah sebagai berikut.

$$\text{Baris-1} = 7,5$$

$$\text{Kolom-5} = 7,5$$

Nilai terbesar terdapat pada baris-1 dan kolom-5 dengan alokasi sebesar 57. Sesuaikan persediaan dan permintaan kemudian coret baris-1 dan kolom-5. Alokasi iterasi 7 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Pada iterasi 7 tersisa satu *cell* sehingga alokasikan 57 pada baris-1 kolom-5 kemudian coret baris-1 dan kolom-5. Dari Tabel 4.19 dapat dihitung total biaya transportasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Z &= (23 \times 9) + (43 \times 39,2) + (57 \times 7,5) + (45 \times 5,7) \\ &\quad + (62 \times 66) + (66 \times 11,52) + (34 \times 33) \\ &= 8.550,92 \end{aligned}$$

Tabel 4. 19 Alokasi VAM iterasi 7

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	23	15	39,2	100	7,5	123
B	45	20	36	62	6,6	107
C	4,32	11,52	33	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

4.4 Uji optimalisasi solusi awal dengan metode *Stepping Stone*

4.4.1 Hasil solusi awal metode ICM

Setelah diketahui solusi awal menggunakan metode ICM, selanjutnya dilakukan perbaikan pada semua *cell* kosong. Hasil perbaikan *cell* kosong untuk iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.20. Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 1 adalah sebagai berikut.

$$A_1 = A_1 - B_1 + B_3 - A_3 = 9 - 5,7 + 36 - 39,2 = 0,1$$

$$A_4 = A_4 - A_3 + B_3 - B_4 = 100 - 39,2 + 36 - 66 = 30,8$$

$$A_5 = A_5 - A_3 + B_3 - B_1 + C_1 - C_5 = 7,5 - 39,2 + 36 - 5,7 + 4,32 - 4,6 = -1,68$$

$$B_2 = B_2 - A_2 + A_3 - B_3 = 20 - 15 + 39,2 - 36 = 8,2$$

$$B_5 = B_5 - B_1 + C_1 - C_5 = 6,6 - 5,7 + 4,32 - 4,6 = 0,62$$

$$C_2 = C_2 - C_1 + B_1 - B_3 + A_3 - A_2 = 11,52 - 4,32 + 5,7 - 36 + 39,2 - 15 = 1,1$$

$$C_3 = C_3 - C_1 + B_1 - B_3 = 33 - 4,32 + 5,7 - 36 = -1,62$$

$$C_4 = C_4 - C_1 + B_1 - B_4 = 80 - 4,32 + 5,7 - 66 = 15,38$$

Tabel 4. 20 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 1

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15 66	39,2 57	100	7,5	123
B	5,7 25	20	36 20	66 62	6,6	107
C	4,32 43	11,52	33	80	4,6 57	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Untuk iterasi pertama memilih kotak yang tidak terpakai untuk dievaluasi, kemudian telusuri jalur tertutup yang akan kembali ke kotak awal dengan gerakan vertikal atau horizontal. Jika semua indeks yang dihitung sudah bernilai positif atau sama dengan nol, maka solusi optimal sudah tercapai. Pada iterasi pertama terdapat *cell* kosong dengan perbaikan biaya negatif terbesar yaitu terletak pada *cell* A_5 , sehingga perlu dilakukan pengalokasian pada salah satu *cell* tersebut. Perbaikan alokasi *cell* kosong dapat dilihat pada Tabel 4.21. Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 2 adalah sebagai berikut.

$$A_1 = A_1 - C_1 + C_5 - A_5 = 9 - 4,32 + 4,6 - 7,5 = 1,78$$

$$A_4 = A_4 - A_3 + B_3 - B_4 = 100 - 39,2 + 36 - 66 = 30,8$$

$$B_1 = B_1 - B_3 + A_3 - A_5 + C_5 - C_1 = 5,7 - 36 + 39,2 - 7,5 + 4,6 - 4,32 = 1,68$$

$$B_2 = B_2 - A_2 + A_3 - B_3 = 20 - 15 + 39,2 - 36 = 8,2$$

$$B_5 = B_5 - B_3 + A_3 - A_5 = 6,6 - 36 + 39,2 - 7,5 = 2,3$$

$$C_2 = C_2 - A_2 + A_5 - C_5 = 11,52 - 15 + 7,5 - 4,6 = -0,58$$

$$C_3 = C_3 - A_3 + A_5 - C_5 = 33 - 39,2 + 7,5 - 4,6 = -3,3$$

$$C_4 = C_4 - B_4 + B_3 - A_3 + A_5 - C_5 = 80 - 66 + 36 - 39,2 + 7,5 - 4,6 = 13,7$$

Tabel 4. 21 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 2

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15 66	39,2 32	100	7,5 25	123
B	5,7	20	36 45	66 62	6,6	107
C	4,32 68	11,52	33 32	80	4,6 32	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk iterasi kedua. Karena pada iterasi kedua masih terdapat nilai negatif, maka akan dilanjutkan pada iterasi selanjutnya. Pada iterasi kedua biaya negatif terbesar terletak pada *cell* A_2 , sehingga perlu dilakukan pengalokasian pada salah satu *cell* tersebut. Tabel 4.22 menunjukkan hasil perbaikan *cell* kosong untuk iterasi 3.

Tabel 4. 22 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 3

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9	15 66	39,2 0	100	7,5 57	123
B	5,7	20	36 45	66 62	6,6	107
C	4,32 68	11,52	33 32	80	4,6 32	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 3 adalah sebagai berikut.

$$A_1 = A_1 - C_1 + C_3 - A_3 = 9 - 4,32 + 33 - 39,2 = -1,52$$

$$A_4 = A_4 - A_3 + B_3 - B_4 = 100 - 39,2 + 36 - 66 = 30,8$$

$$B_1 = B_1 - C_1 + C_3 - B_3 = 5,7 - 4,32 + 33 - 36 = -1,62$$

$$B_2 = B_2 - A_2 + A_3 - B_3 = 20 - 15 + 39,2 - 36 = 8,2$$

$$B_5 = B_5 - B_3 + A_3 - A_5 = 6,6 - 36 + 39,2 - 7,5 = 2,3$$

$$C_2 = C_2 - A_2 + A_3 - C_3 = 11,52 - 15 + 39,2 - 33 = 2,72$$

$$C_4 = C_4 - C_3 + B_3 - B_4 = 80 - 33 + 36 - 66 = 17$$

$$C_5 = C_5 - C_3 + A_3 - A_5 = 4,6 - 33 + 39,2 - 7,5 = 3,3$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk iterasi ketiga. Karena pada iterasi ketiga masih terdapat nilai negatif, maka akan dilanjutkan pada iterasi selanjutnya. Pada iterasi ketiga biaya negatif terbesar terletak pada *cell* B_1 , sehingga perlu dilakukan pengalokasian pada salah satu *cell* tersebut. Tabel 4.23 menunjukkan hasil perbaikan *cell* kosong untuk iterasi 4.

Tabel 4. 23 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 4

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	9 66	15 66	39,2 0	100 62	7,5 57	123
B	5,7 45	20 66	36 77	66 62	6,6 57	107
C	4,32 23	11,52 66	33 77	80 62	4,6 57	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 4 adalah sebagai berikut.

$$A_1 = A_1 - C_1 + C_3 - A_3 = 9 - 4,32 + 33 - 39,2 = -1,52$$

$$A_4 = A_4 - B_4 + B_1 - C_1 + C_3 - A_3 = 100 - 66 + 5,7 - 4,32 + 33 - 39,2 = 29,18$$

$$B_2 = B_2 - B_1 + C_1 - C_3 + A_3 - A_2 = 20 - 5,7 + 4,32 - 33 + 39,2 - 15 = 9,82$$

$$B_3 = B_3 - B_1 + C_1 - C_3 = 36 - 5,7 + 4,32 - 33 = 1,62$$

$$B_5 = B_5 - B_1 + C_1 - C_3 + A_3 - A_5 = 6,6 - 5,7 + 4,32 - 33 + 39,2 - 7,5 = 3,92$$

$$C_2 = C_2 - A_2 + A_3 - C_3 = 11,52 - 15 + 39,2 - 33 = 2,72$$

$$C_4 = C_4 - C_1 + B_1 - B_4 = 80 - 4,32 + 5,7 - 66 = 15,38$$

$$C_5 = C_5 - C_3 + A_3 - A_5 = 4,6 - 33 + 39,2 - 7,5 = 3,3$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk iterasi keempat. Karena pada iterasi keempat masih terdapat nilai negatif, maka akan dilanjutkan pada iterasi selanjutnya. Pada iterasi keempat biaya negatif terbesar terletak pada *cell* A_1 , sehingga perlu dilakukan pengalokasian pada salah satu *cell* tersebut. Tabel 4.24 menunjukkan hasil perbaikan *cell* kosong untuk iterasi 5.

Tabel 4. 24 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 5

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	0 9	66 15	77 39,2	62 100	57 7,5	123
B	45 5,7	66 20	77 36	62 66	57 6,6	107
C	23 4,32	66 11,52	77 33	62 80	57 4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 5 adalah sebagai berikut.

$$A_3 = A_3 - A_1 + C_1 - C_3 = 39,2 - 9 + 4,32 - 33 = 1,52$$

$$A_4 = A_4 - A_1 + B_1 - B_4 = 100 - 9 + 5,7 - 66 = 30,7$$

$$B_2 = B_2 - B_1 + A_1 - A_2 = 20 - 5,7 + 9 - 15 = 8,8$$

$$B_3 = B_3 - B_1 + C_1 - C_3 = 36 - 5,7 + 4,32 - 33 = 1,62$$

$$B_5 = B_5 - B_1 + A_1 - A_5 = 6,6 - 5,7 + 9 - 7,5 = 2,4$$

$$C_2 = C_2 - C_1 + A_1 - A_2 = 11,52 - 4,32 + 9 - 15 = 1,2$$

$$C_4 = C_4 - C_1 + B_1 - B_4 = 80 - 4,32 + 5,7 - 66 = 15,38$$

$$C_5 = C_5 - C_1 + A_1 - A_5 = 4,6 - 4,32 + 9 - 7,5 = 1,78$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk iterasi kelima. Karena pada iterasi kelima semua *cell* sudah bernilai positif, maka solusi sudah mencapai nilai optimal. Setelah melalui empat iterasi menggunakan metode *Stepping Stone* total biaya transportasi dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Z &= (0 \times 9) + (66 \times 15) + (57 \times 7,5) + (45 \times 5,7) + (62 \times 66) \\ &\quad (23 \times 4,32) + (77 \times 33) \\ &= 8.406,36 \end{aligned}$$

4.4.2 Hasil solusi awal metode VAM

Setelah diketahui solusi awal menggunakan metode VAM, selanjutnya dilakukan perbaikan pada semua *cell* kosong. Hasil perbaikan *cell* kosong untuk iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.25. Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 1 adalah sebagai berikut.

$$A_2 = A_2 - C_2 + C_3 - A_3 = 15 - 11,52 + 33 - 39,2 = -2,72$$

$$A_4 = A_4 - A_1 + B_1 - B_4 = 100 - 9 + 5,7 - 66 = 30,7$$

$$B_2 = B_2 - B_1 + A_1 - A_3 + C_3 - C_2 = 20 - 5,7 + 9 - 39,2 + 33 - 11,52 = 5,58$$

$$B_3 = B_3 - B_1 + A_1 - A_3 = 36 - 5,7 + 9 - 39,2 = 0,1$$

$$B_5 = B_5 - B_1 + A_1 - A_5 = 6,6 - 5,7 + 9 - 7,5 = 2,4$$

$$C_1 = C_1 - A_1 + A_3 - C_3 = 4,32 - 9 + 39,2 - 33 = 1,52$$

$$C_4 = C_4 - C_3 + A_3 - A_1 + B_1 - B_4 = 80 - 33 + 39,2 - 9 + 5,7 - 66 = 16,9$$

$$C_5 = C_5 - C_3 + A_3 - A_5 = 4,6 - 33 + 39,2 - 7,5 = 3,3$$

Tabel 4. 25 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 1

Tujuan \ Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	23 9	15	39,2 43	100	7,5 57	123
B	45 5,7	20	36	66 62	6,6	107
C	4,32	11,52 66	33 34	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Untuk iterasi pertama memilih kotak yang tidak terpakai untuk dievaluasi, kemudian telusuri jalur tertutup yang akan kembali ke kotak awal dengan gerakan vertikal atau horizontal. Jika semua indeks yang dihitung sudah bernilai positif atau sama dengan nol, maka solusi optimal sudah tercapai. Pada iterasi pertama terdapat *cell* kosong dengan perbaikan biaya negatif terbesar yaitu terletak pada *cell* A_2 , sehingga perlu dilakukan pengalokasian pada salah satu *cell* tersebut. Perbaikan alokasi *cell* kosong dapat dilihat pada Tabel 4.26. Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 2 adalah sebagai berikut.

$$A_3 = A_3 - A_2 + C_2 - C_3 = 39,2 - 15 + 11,52 - 33 = 2,72$$

$$A_4 = A_4 - A_1 + B_1 - B_4 = 100 - 9 + 5,7 - 66 = 30,7$$

$$B_2 = B_2 - B_1 + A_1 - A_2 = 20 - 5,7 + 9 - 15 = 8,3$$

$$B_3 = B_3 - B_1 + A_1 - A_2 + C_2 - C_3 = 36 - 5,7 + 9 - 15 + 11,52 - 33 = 2,82$$

$$B_5 = B_5 - B_1 + A_1 - A_5 = 6,6 - 5,7 + 9 - 7,5 = 2,4$$

$$C_1 = C_1 - A_1 + A_2 - C_2 = 4,32 - 9 + 15 - 11,52 = -1,2$$

$$C_4 = C_4 - C_2 + A_2 - A_1 + B_1 - B_4 = 80 - 11,52 + 15 - 9 + 5,7 - 66 = 14,18$$

$$C_5 = C_5 - C_2 + A_2 - A_5 = 4,6 - 11,52 + 15 - 7,5 = 0,58$$

Tabel 4. 26 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 2

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	23 9	43 15	39,2	100	57 7,5	123
B	45 5,7	20	36	62 66	6,6	107
C	4,32	11,52 23	33 77	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk iterasi kedua. Karena pada iterasi kedua masih terdapat nilai negatif, maka akan dilanjutkan pada iterasi selanjutnya. Pada iterasi kedua biaya negatif terbesar terletak pada *cell* C_1 , sehingga perlu dilakukan pengalokasian pada salah satu *cell* tersebut. Tabel 4.27 menunjukkan hasil perbaikan *cell* kosong untuk iterasi 3.

Tabel 4. 27 Tabel perhitungan metode *Stepping Stone* iterasi 3

Tujuan Distributor	1	2	3	4	5	Persediaan
A	0 9	66 15	39,2	100	57 7,5	123
B	45 5,7	20	36	62 66	6,6	107
C	4,32 23	11,52	33 77	80	4,6	100
Permintaan	68	66	77	62	57	

Perhitungan perubahan biaya untuk iterasi 3 adalah sebagai berikut.

$$A_3 = A_3 - A_1 + C_1 - C_3 = 39,2 - 9 + 4,32 - 33 = 1,52$$

$$A_4 = A_4 - A_1 + B_1 - B_4 = 100 - 9 + 5,7 - 66 = 30,7$$

$$B_2 = B_2 - B_1 + A_1 - A_2 = 20 - 5,7 + 9 - 15 = 8,8$$

$$B_3 = B_3 - B_1 + C_1 - C_3 = 36 - 5,7 + 4,32 - 33 = 1,62$$

$$B_5 = B_5 - B_1 + A_1 - A_5 = 6,6 - 5,7 + 9 - 7,5 = 2,4$$

$$C_2 = C_2 - C_1 + A_1 - A_2 = 11,52 - 4,32 + 9 - 15 = 1,2$$

$$C_4 = C_4 - C_1 + B_1 - B_4 = 80 - 4,32 + 5,7 - 66 = 15,38$$

$$C_5 = C_5 - C_1 + A_1 - A_5 = 4,6 - 4,32 + 9 - 7,5 = 1,78$$

Dengan langkah yang sama dapat dihitung untuk iterasi ketiga. Karena pada iterasi ketiga semua *cell* sudah bernilai positif, maka solusi sudah mencapai nilai optimal. Setelah melalui dua iterasi menggunakan metode *Stepping Stone* total biaya transportasi dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Z &= (0 \times 9) + (66 \times 15) + (57 \times 7,5) + (45 \times 5,7) + (62 \times 66) \\ &\quad + (23 \times 4,32) + (77 \times 33) \\ &= 8.406,36 \end{aligned}$$

4.5 Perbandingan Hasil Metode ICM dan Metode VAM

Dari perhitungan dengan metode ICM dan metode VAM, perbandingan kedua metode dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Tabel perbandingan hasil metode ICM dan metode VAM

	Metode	
	ICM	VAM
Solusi awal	Rp. 8.626.860.000	Rp. 8.550.920.000
Jumlah iterasi	7 iterasi	7 iterasi
Hasil uji optimal	Rp. 8.406.360.000 dengan 5 iterasi	Rp. 8.406.360.000 dengan 3 iterasi

Dari Tabel 4.28 dapat disimpulkan bahwa dengan jumlah iterasi yang sama metode VAM menghasilkan nilai yang mendekati nilai

optimal. Setelah solusi awal dari metode ICM diperoleh dilanjutkan menggunakan metode *Stepping Stone* dan membutuhkan empat iterasi untuk mencapai hasil yang optimal, sedangkan solusi awal dari metode VAM membutuhkan dua iterasi untuk mencapai hasil yang optimal. Dalam kasus biaya pendistribusian buah naga dapat disimpulkan bahwa metode VAM lebih baik daripada metode ICM..



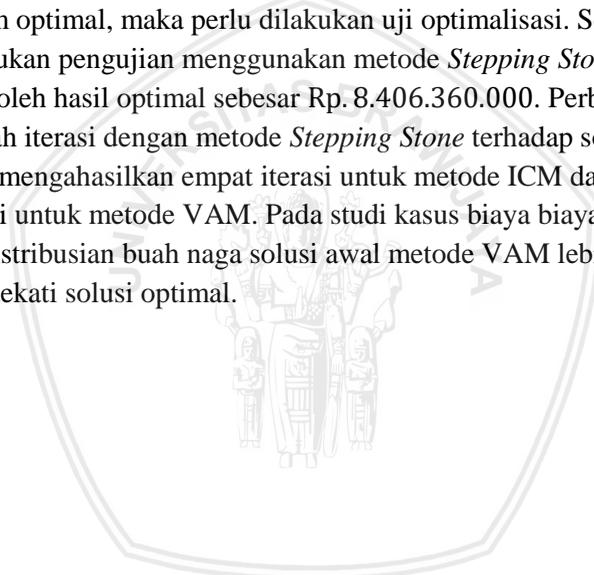
BAB V

KESIMPULAN

Kesimpulan

Bersasarkan hasil pembahasan pada bab IV, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil solusi awal dengan metode *Implied Cost Method* (ICM) adalah sebesar Rp. 8.626.860.000 dengan tujuh iterasi.
2. Hasil solusi awal dengan metode *Vogel's Approximation Method* (VAM) adalah sebesar Rp. 8.550.920.000 dengan tujuh iterasi.
3. Hasil solusi awal menggunakan metode ICM dan VAM masih belum optimal, maka perlu dilakukan uji optimalisasi. Setelah dilakukan pengujian menggunakan metode *Stepping Stone* diperoleh hasil optimal sebesar Rp. 8.406.360.000. Perbedaan jumlah iterasi dengan metode *Stepping Stone* terhadap solusi awal menghasilkan empat iterasi untuk metode ICM dan dua iterasi untuk metode VAM. Pada studi kasus biaya biaya pendistribusian buah naga solusi awal metode VAM lebih mendekati solusi optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, D.H dan Rahmadi, Y.E. 2004. *Riset Operasional: Konsep-konsep Dasar*. Rineka Cipta. Jakarta
- Babu, Ashraful., Helal, A, Hasan, M.S., dan Utpal Kanti Das. 2014. *Implied Cost Method: An Alternative Approach to Find the Feasible Solution of Transportation Problem. Global Journals Inc part 1*.
- Dimiyati, T.T. dan Dimiyati A. 1992. *Operations Research, Model-Model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Heizer, J. dan Render B. 2014. *Operation Management, 10th edition*. United State of America: Pearson.
- Hillier, F.S. dan Gerald J.L. 2000. *Introduction to Operations Research, 7th*. New York: McGraw-Hill.
- Ketut, K. 2009. *Penggunaan Metode Transportasi Dalam Program Linier Untuk Pendistribusian Barang*. Jurnal JPTK UNDIKSHA. Vol. 6 No.2, Juli 2009: hal 27 – 35.
- Mulyono, S. 1991. *Operations Research*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Riduwan. 2009. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rossa, D.A., 2016. “*Penerapan Vogel’s Approximation Method (VAM) dan North West Corner Method (NWCN) Pada Masalah Transportasi*”. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Shoimah, A.F., 2015. “*Optimasi Biaya Distribusi Jeruk Menggunakan Metode Stepping Stone dan Modified Distribution (MODI)*”. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Siang, J.J., 2011. *Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis*. Surabaya: Penerbit Andi.

Siswanto, 2007. *Operation Research*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Sukarto, H., 2006. *Transportasi Perkotaan dan Lingkungan*. Jurnal Teknik.

Surakhmad, W. 1998. *Pengantar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Tarsito.

Wijaya, A. 2013. *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta: Penerbit Mitra Wacana Media.

