

SKRIPSI

**PERBANDINGAN METODE *STEPPING STONE, MODIFIED*
DITRIBUTION DAN *REVISED DISTRIBUTION* UNTUK
MEMINIMUMKAN BIAYA PENDISTRIBUSIAN
(Studi Kasus : Distribusi Beras CV HBR)**

Disusun dan diajukan oleh

MUSDALIFA

H 111 13 307



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
DESEMBER 2020**

SKRIPSI

**PERBANDINGAN METODE *STEPPING STONE, MODIFIED*
DISTRIBUTION DAN *REVISED DISTRIBUTION* UNTUK
MEMINIMUMKAN BIAYA PENDISTRIBUSIAN
(Studi Kasus : Distribusi Beras CV HBR)**

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

MUSDALIFA

H 111 13 307

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

DESEMBER 2020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PERBANDINGAN METODE *STEPPING STONE, MODIFIED*
***DITRIBUTION* DAN *REVISED DISTRIBUTION* UNTUK**
MEMINIMUMKAN BIAYA PENDISTRIBUSIAN
(Studi Kasus : Distribusi Beras CV HBR)

Disusun dan diajukan oleh:

MUSDALIFA
H 111 13 307

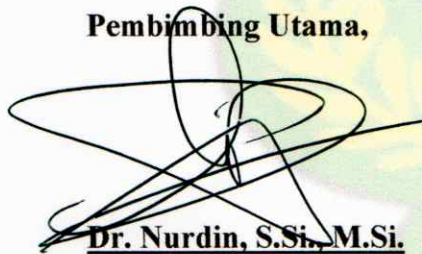
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Matematika Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 22 Desember 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.

NIP.19700807 200003 1 002

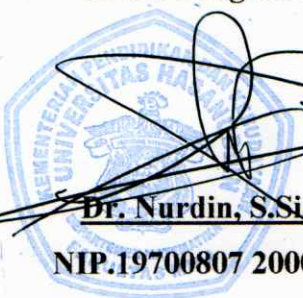
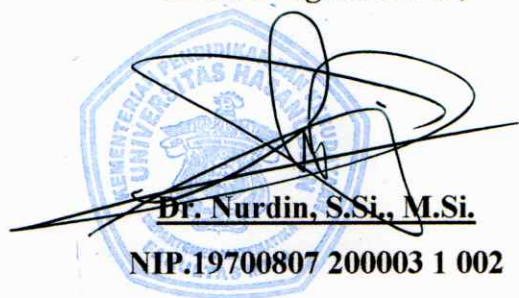
Pembimbing Pertama,



Dr. Kasbawati, S. Si., M.Si.

NIP. 19800904 200312 2 001

Ketua Program Studi,



Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.

NIP.19700807 200003 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUSDALIFA

NIM : H 111 13 307

Program Studi : Matematika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Perbandingan Metode *Stepping Stone*, *Modified Distribution* Dan *Revised Distribution* Untuk Meminimumkan Biaya Pendistribusian (Studi Kasus : Distribusi Beras CV HBR)”

Adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 22 Desember 2020

Yang Menyatakan



MUSDALIFA
NIM : H 111 13 307

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Hanya ucapan Hamdalah yang patut terucap sebagai kalimat yang terindah dan tersempurna yang merupakan tanda syukur yang teramat tinggi kepada Sang Pencipta. Karena berkat Rahmat-Nya sehingga bisa menjaga ummatnya dari gelapnya malam dan terangnya godaan siang untuk menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman. Amin.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alama Universitas Hasanuddin Makassar. Judul skripsi yang penulis ajukan adalah “**Perbandingan Metode *Stepping Stone*, *Modified Distribution* dan *Revised Distribution* Untuk Meminimumkan Biaya Pendistribusian (Studi Kasus : Distribusi Beras CV HBR)**”.

Penulis sangat menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak semudah membalikkan telapak tangan, terdapat banyak keterbatasan pengetahuan dan pengalaman pada diri penulis. Oleh karena itu, sangatlah wajar apabila penyusunan skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis juga menyadari bahwa bentuk maupun isi dari skripsi ini belum sempurna. Berangkat dari kesadaran tersebut, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan berbagai bentuk saran maupun kritik yang bersifat membangun.

Penghargaan dan terimakasih yang setulusnya kepada Ayahanda tercinta Bahruddin dan Ibunda tersayang Rosmia yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang, serta perhatian moril maupun materil kepada penulis. Semoga ananda dapat menjadi seperti yang kalian pinta dalam setiap do'a, untuk membalas setiap tetesan keringat yang kalian curahkan untuk membahagiakan penulis. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan dunia dan akhirat kepada ayahanda dan ibunda. Saudara-saudara penulis, Suhena, Suhaeni, dan Islahul Muslim serta kakak ipar penulis Rifqih Aras dan Muhammad Iqbal HR yang terus mendoakan, memberikan semangat, nasehat, dukungan moril dan materil selama penyusunan skripsi. Semoga Allah SWT selalu melindungi kalian dunia dan akhirat serta semoga sukses dalam berkarir. Ananda penulis tecinta, Jihan Makaila Fahira, Malilah Astyza Rilangi, Shanum Hananiah dan Ilyana Nayyara Humaimah yang selalu menjadi hiburan dikala penat saat mengerjakan skripsi, semoga kelak kalian menjadi anak yang berbakti pada kedua orangtua dan keluarga.

Penghormatan dan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya tak lupa pula penulis haturkan kepada:

1. Bapak Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Semoga bapak dan keluarga selalu dalam lindungan Allah SWT.
2. Bapak Dr. Nurdin, S.Si., M.Si., selaku ketua departemen dan sebagai pembimbing utama penulis yang begitu sabar dan tulus meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, saran dan ilmu pengetahuan kepada penulis dari

awal hingga akhir penelitian. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada Bapak sekeluarga.

3. Ibu Dr. Kasbawati, S.Si., M.Si., selaku pembimbing pertama penulis, terimakasih atas segala ketulusan ibu dalam memberikan bimbingan, saran dan arahan yang ibu berikan. Semoga Allah SWT melimpahkan segala kebaikan kepada ibu sekeluarga.
4. Bapak Prof. Dr. Dr. Muhammad Ivan Azis, M.Sc., selaku pembimbing akademik penulis sekaligus sebagai tim penguji penulis, terimakasih atas ketulusan bapak meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan, arahan dan kritik kepada penulis. Semoga segala kemudahan selalu menyelimuti bapak sekeluarga.
5. Bapak Dr. Muh. Nur, S.Si., M.Si., selaku Koordinator Seminar sekaligus sebagai tim penguji penulis, terimakasih atas kesabaran dan ketulusan bapak dalam memberikan saran dan bimbingan kepada penulis. Semoga bapak selalu dilindungi dan dilimpahkan rahmat oleh Allah SWT.
6. Terima kasih untuk seluruh dosen-dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar, yang telah menjadi pendidik yang membekali penulis dengan berbagai ilmu dan pengalaman yang bermanfaat selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi.
7. Terimakasih kepada seluruh staf perpustakaan, tata usaha dan laboratorium, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar yang senantiasa membantu penulis tanpa pamrih membantu penulis

dalam pengurusan berbagai hal administrasi selama penulis menjadi mahasiswa. Semoga bapak, ibu dan kakak selalu dilindungi oleh Allah SWT.

8. Sahabat-sahabat penulis sejak SMP, Dian Pertiwi Yasin, SM., Dian Juwita, S.Pd., Desri Anggraini Rahman, SKM., Nisrah Rasyid, SE., dan Nurhaeni Latif. Terimakasih atas segala waktu yang selalu kalian luangkan untuk berbagi menjadi pendengar, sahabat terbaik selama ini, yang selalu *my sisterhoods another mother*. Semoga setiap kejadian yang kita alami dapat menjadikan diri kita menjadi pribadi yang tangguh.
9. Sahabat-sahabat *SIBUK BAHAGIA* di Fakultas Psikologi Univeritas Negeri Makassar, Sri Utami Halman, S.Psi., Husnayaini Said, S.Psi., Nurfatimah Dirham, S.Psi., St. Mahira Idham, S.Psi., Rezky Ayu Noviana S.Psi., dan Fitriani Teguh Priyanto, S.Psi., Terimakasih atas segala dukungan, kritikan dan solusi yang kalian berikan. Semoga kebahagiaan selalu Allah berikan kepada kita semua.
10. Teman-teman di MIPA UNHAS 2013, khususnya BINOMIAL, Matematika Unhas Angkatan 2013, terutama *d'Pakbals*, Rusni Samsir, S.Si., A. Daniah Pahrany, S.Si., M.Si., Hartina Djalihu, S.Psi., M.Si., Pradika Mustafa, S.Si., Sartika, S.Si., Muflih Mubarak Darmadi, S.Si., M.M., I Ketut Ari Wiguna, S.Si., Afif Budiandi, S.Si., Ihsan Fatwa, S.Si., Muqtadir Haq, dan Yan Partha Wikrama. Ari, Erwin, Ihsan, Afif, Tadir, serta Erwin Sanjaya Yusuf teman seperjuangan penulis. Terimakasih atas segala dukungan, semangat yang telah kalian berikan dan selalu mengingatkan penulis agar segera menyelesaikan

studi, selalu menjadi teman berbagi referensi, cerita, dan makan. Semoga kita semua sukses dunia dan akhirat.

11. Terkhusus buat sahabat penulis, St. Mahira Idham, S.Psi., selaku sumber data penulis, penerus CV HBR, terimakasih atas kesabarannya memberikan segala data data dan bantuan yang diberikan kepada penulis, Semoga Allah SWT memberikan berkah-Nya kepadamu sekeluarga.
12. Bagi teman-teman yang tak sempat penulis sebutkan namanya, maaf dan terimakasih atas ketulusannya membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya.

Akhir kata, segala yang benar datangnya dari Allah SWT, penulis hanyalah manusia biasa yang tak lepas dari salah dan hina, penulis berharap semoga penyajian skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Makassar, 18 Desember 2020

Musdalifa

ABSTRAK

Biaya transportasi merupakan salah satu unsur dalam pendistribusian barang dan sangat mempengaruhi keuntungan yang akan didapatkan oleh pemilik usaha. CV HBR merupakan unit usaha yang bergerak dalam bidang distribusi beras dari Sulawesi Selatan khususnya Pare-pare dan Sidrap ke tiga daerah di Kalimantan Timur. Dalam meminimalkan biaya transportasi perlu diterapkan suatu model transportasi. Persoalan model transportasi pada umumnya dapat diselesaikan menggunakan dua jenis metode, yaitu metode solusi awal dan metode solusi optimal. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode solusi awal *Vogel's Approximation (VAM)* kemudian dilanjutkan dengan menggunakan metode solusi optimal *Stepping Stone* dan metode *Modified Distribution (MODI)*. Terdapat metode solusi optimal yakni metode *Revised Distribution (RDI)* yang merupakan metode terbaru untuk menyelesaikan masalah transportasi yang tidak membutuhkan penyelesaian solusi awal dalam penyelesaiannya. Hasil ketiga metode solusi optimal yang diperoleh baik dari hasil metode *Stepping Stone*, *MODI*, dan *RDI* akan dibandingkan untuk diperoleh biaya paling minimum dalam pendistribusian barang.

Kata Kunci : Biaya Transportasi, *VAM*, *Stepping Stone*, *MODI* dan *RDI*

ABSTACT

Transportation costs are one of the elements in the distribution of goods and greatly affect the profits that will be obtained by business owners. CV HBR is a business unit that is engaged in the distribution of rice from South Sulawesi, especially Parepare and Sidrap to three regions in East Kalimantan. In minimizing transportation costs, it is necessary to apply a transportation model. Transportation model problems can generally be solved using two types of methods, namely the initial solution method and the optimal solution method. In this study, researchers used the Vogel's Approximation (VAM) initial solution method then continued by using the optimal solution method of the Stepping Stone and the Modified Distribution (MODI) method. There is an optimal solution method, namely the Revised Distribution (RDI) method which is the latest method for solving transportation problems that do not require the completion of the initial solution in its completion. The results of the three optimal solution methods obtained from the results of the Stepping Stone, MODI, and RDI methods will be compared to obtain the most drinking costs in distributing goods.

Keywords: Transportation Costs, VAM, Stepping Stone, MODI and RDI

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Riset Operasi	6
2.2 Program Linier	6
2.2.1 Model Program Linier	7
2.2.2 Asumsi Program Linier	9

2.3 Model Transportasi	10
2.4 Metode <i>Vogel's Approximation Method (VAM)</i>	13
2.5 Metode <i>Stepping Stone</i>	14
2.6 Metode <i>Modified Distribution (MODI)</i>	15
2.7 Metode <i>Revised Distribution (RDI)</i>	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	19
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	19
3.4 Analisis Data	19
3.5 Alur Kerja Metode Transportasi	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data	21
4.1.1 Data Persediaan Beras.....	21
4.1.2 Data Permintaan Beras.....	21
4.1.3 Data Biaya Transportasi dari Gudang ke Tujuan.....	22
4.2 Pengolahan Data.....	23
4.3 Perhitungan Solusi Optimal	25
4.3.1 Metode <i>Vogel's Approximation (VAM)</i>	25
4.3.2 Metode <i>Stepping Stone</i>	31
4.3.3 Metode <i>Modified Distribution (MODI)</i>	33
4.3.4 Metode <i>Revised Distribution (RDI)</i>	34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	41
----------------------	----

5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Transportasi.....	12
Tabel 4.1 Kapasitas Persediaan Beras CV HBR.....	21
Tabel 4.2 Data Permintaan Beras CV HBR.....	22
Tabel 4.3 Biaya Transportasi dari Gudang ke Tujuan	22
Tabel 4.4 Data Kapasitas Persediaan, Data Permintaan dan Data Biaya Transportasi Beras CV HBR	23
Tabel 4.5 Data Kapasitas Persediaan, Permintaan dan Biaya Transportasi Distribusi Beras dari Gudang ke Tujuan	25
Tabel 4.6 Hasil Tahap 1 Metode <i>VAM</i>	26
Tabel 4.7 Hasil Tahap 2 Metode <i>VAM</i>	27
Tabel 4.8 Hasil Tahap 3 Metode <i>VAM</i>	28
Tabel 4.9 Hasil Tahap 4 Metode <i>VAM</i>	30
Tabel 4.10 Hasil Akhir Metode <i>VAM</i>	31
Tabel 4.11 Hasil Akhir Metode <i>VAM</i>	31
Tabel 4.12 Indeks Perbaikan Sel Kosong	32
Tabel 4.13 Hasil Akhir Metode <i>VAM</i>	33
Tabel 4.14 Data Kapasitas Persediaan, Permintaan dan Biaya Transportasi Distribusi Beras dari Gudang ke Tujuan	35
Tabel 4.15 Hasil Tahap 1 Metode <i>RDI</i>	35
Tabel 4.16 Hasil Tahap 2 Metode <i>RDI</i>	36
Tabel 4.17 Hasil Tahap 3 Metode <i>RDI</i>	37
Tabel 4.18 Hasil Tahap 4 Metode <i>RDI</i>	38
Tabel 4.19 Hasil Tahap 5 Metode <i>RDI</i>	39
Tabel 4.20 Hasil Akhir Metode <i>RDI</i>	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Transportasi dari Sumber ke Tujuan	11
Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian.....	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi saat ini, persaingan dalam dunia perdagangan menjadi persaingan yang semakin bebas, para produsen semakin berlomba-lomba meningkatkan kualitas produk yang mereka miliki agar mampu bersaing dengan produk lain yang sejenis terlebih saat ini sistem pendistribusian seakan tidak dibatasi oleh wilayah. Saat ini perusahaan yang bergerak dalam bidang apapun pasti ingin meningkatkan hasil produksi agar mendapatkan keuntungan yang maksimal dengan cara mendistribusikan barang yang mereka produksi dalam waktu yang cepat dan biaya minimum.

Faktor distribusi sangat erat kaitannya dengan biaya transportasi. Tulus (2007) menjelaskan bahwa tujuan dari transportasi adalah untuk menentukan pola pengiriman yang paling baik dari beberapa sumber (*supply*) ke beberapa tujuan (*demand*) sehingga meminimalkan total biaya produksi dan transportasi biaya pengiriman. Namun terdapat berbagai masalah yang sering dihadapi terkait transportasi misalnya membuat keputusan mengenai rute yang dapat mengoptimalkan jarak tempuh atau biaya perjalanan, waktu tempuh, banyaknya kendaraan yang dioperasikan dan sumber daya lain yang tersedia (Kotler, 2002).

Dalam proses distribusi barang dari satu tempat ke tempat lain memerlukan alat transportasi, baik alat transportasi yang dimiliki sendiri maupun alat transportasi yang disewa, keduanya memerlukan biaya transportasi. Biaya transportasi merupakan salah satu unsur penting dalam pendistribusian barang.

Besarnya biaya transportasi barang dipengaruhi dua variabel, yaitu jumlah barang yang akan dikirimkan dan biaya angkut per unit (Prawirosentono, S. 2019).

Dalam meminimalkan biaya transportasi perlu diterapkan suatu model transportasi yang diharapkan mampu dijadikan solusi dalam mengatasi biaya transportasi. Model transportasi merupakan salah satu model program linier yang mempunyai karakteristik khusus, yaitu: produk didistribusikan dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan biaya minimum yang mungkin; setiap sumber dapat memasok dengan pasti sejumlah produk; setiap tujuan memiliki permintaan yang pasti (Taylor, 2006).

CV HBR merupakan unit usaha yang bergerak dalam bidang distribusi beras yang terletak di Jl. Andi Makkasau Timur No. 182, Pare-pare. Unit usaha ini memiliki dua gudang besar yang berada di kota Pare-pare dan Sidrap, pendistribusian beras hanya dilakukan ke beberapa daerah di Kalimantan Timur. Jarak tempuh yang cukup jauh memerlukan biaya transportasi yang tidak sedikit, sehingga perlu digunakan metode transportasi agar dapat membantu meminimumkan biaya distribusi pengiriman barang sehingga dapat meningkatkan keuntungan bagi unit usaha. Oleh karena itu, metode transportasi sangat berguna bagi perusahaan dalam pendistribusian barang agar lebih efektif.

Persoalan model transportasi pada umumnya dapat diselesaikan menggunakan dua jenis metode, yaitu metode solusi awal dan metode solusi optimal. Metode solusi awal dapat diselesaikan dengan metode Sudut Barat Laut (*North West Corner*), metode Biaya Terendah (*Least Cost*), dan metode *Vogel's Approximation (VAM)* sedangkan metode solusi optimal dapat diselesaikan dengan metode *Modified Distribution (MODI)* dan metode *Stepping Stone*. Namun untuk

menggunakan metode solusi optimal harus dilakukan penyelesaian menggunakan salah satu metode solusi awal terlebih dahulu (Wijaya, 2013).

Penggunaan metode solusi awal dalam menyelesaikan metode solusi optimal dapat dianggap kurang efisien karena dilakukan dua tahapan analisis. Selain itu perbedaan pemilihan metode solusi awal akan memberikan perbedaan terhadap jumlah iterasi yang dibutuhkan pada saat penggunaan metode solusi optimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin dilakukan analisis perbandingan penyelesaian metode solusi optimal yang membutuhkan penyelesaian metode awal terlebih dahulu dengan metode solusi optimal lain yang tidak membutuhkan penyelesaian solusi awal dalam penyelesaiannya.

Dalam penelitian ini metode solusi optimal yang digunakan adalah metode *Stepping Stone* dan metode *MODI* dengan menggunakan metode *VAM* sebagai solusi awalnya. Rangkuti (2012) menyebutkan bahwa metode *VAM* biasanya memberikan solusi awal yang lebih baik dan mendekati hasil optimal bila dibandingkan dengan metode sudut barat laut. Sedangkan untuk metode solusi optimal lain yang tidak membutuhkan penyelesaian solusi awal dalam penyelesaiannya, dalam penelitian ini menggunakan metode *Revised Distribution (RDI)* yang merupakan metode terbaru untuk menyelesaikan masalah transportasi. Metode *RDI* didasarkan pada mengalokasikan unit ke sel dalam matriks transportasi yang dimulai dengan permintaan minimum atau penawaran ke sel dengan biaya minimum dalam matriks transportasi dan kemudian mencoba untuk menemukan solusi optimal untuk masalah transportasi yang diberikan (Aramuthakannan dan Kandasamy, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik mengambil judul tentang **“Perbandingan Metode *Stepping Stone*, *MODI* dan *RDI* untuk meminimumkan biaya pendistribusian (Studi Kasus : Distribusi Beras CV HBR)”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Stepping Stone*, *MODI* dan *RDI*?
2. Berapakah perbandingan total biaya minimum distribusi pengiriman beras CV HBR dengan menggunakan *Stepping Stone*, *MODI* dan *RDI*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Kasus yang diambil pada penelitian ini adalah distribusi beras pada CV HBR.
2. Hanya membahas biaya distribusi beras saja.
3. Tidak dipertimbangkan adanya faktor acak seperti bencana alam dan lain sebagainya.

1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian pada ini adalah :

1. Mengimplementasikan metode *Stepping Stone*, *MODI* dan *RDI*
2. Membandingkan total biaya minimum distribusi pengiriman beras CV HBR dengan menggunakan *Stepping Stone*, *MODI* dan *RDI*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Bagi Penulis

Penulis dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh dalam mengikuti perkuliahan, khususnya yang berkaitan dengan metode transportasi dalam teori riset operasi.

2. Bagi Pembaca

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan tambahan ilmu sebagai bahan pembandingan bagi pihak yang ingin mengetahui lebih banyak tentang analisis penerapan model transportasi dengan berbagai macam metode.

3. Bagi CV HBR

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan biaya distribusi yang minimum dan dapat dijadikan acuan untuk menghemat biaya distribusi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Riset Operasi

Riset operasi (*Operations Research*) merupakan suatu cabang ilmu pengetahuan yang berkembang sejak masa Perang Dunia II yang digunakan dalam kegiatan militer. Namun saat ini riset operasi dapat digunakan dalam berbagai bidang misal industri, pemerintahan, rumah sakit, dan sebagainya. Riset operasi adalah suatu penerapan metode ilmiah yang digunakan dalam memecahkan masalah yang muncul dalam pelaksanaan kegiatan sehingga penggunaan sumber daya kegiatan tersebut dapat menjadi lebih optimal dan efisien.

Metode yang digunakan dalam riset operasi diantaranya adalah teori probabilitas, teori antrian, jaringan kerja, teori permainan, transportasi serta teori persediaan. Pendekatan riset operasi secara khusus dimulai dengan proses : (1) mengamati dan merumuskan masalah yang muncul dalam suatu kegiatan; (2) Membangun suatu model ilmiah (matematis) dan berusaha untuk mengabstarkasikan inti masalah sebenarnya; (3) Membuat hipotesis yang sesuai dengan situasi atau sebenarnya; (4) Modifikasi hipotesis tersebut dan uji kebenaran hipotesis tersebut menggunakan eksperimentasi yang sesuai; (5) Memberikan kesimpulan sesuai dengan hasil uji hipotesis ; dan (6) implementasi dari pemecahan masalah tersebut (Rangkuti, 2012).

2.2 Program Linier

Wijaya (2013) menjelaskan bahwa program linier mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu yang optimal, yaitu suatu hasil yang menggambarkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik berdasarkan model

matematis diantara alternatif-alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi linier. Program linier merupakan suatu metode untuk membuat keputusan di antara berbagai alternatif kegiatan pada waktu kegiatan-kegiatan tersebut dibatasi oleh kegiatan tertentu. Keputusan yang akan diambil dinyatakan sebagai fungsi tujuan (*objective function*), sedangkan kendala-kendala yang dihadapi dalam membuat keputusan tersebut dinyatakan dalam bentuk fungsi kendala (*constraints*). Tujuan mempelajari pemrograman linier yaitu pertama mampu dalam membuat model matematika dan menguasai analisisnya; kedua memiliki wawasan dalam analisis untuk menentukan fungsi tujuan maksimal dan minimal dengan kendala yang ada; Ketiga mampu menganalisis yang fungsi tujuannya maksimal dan minimal apabila terjadi perubahan pada fungsi tujuan dan kendala dilakukan secara manual serta dengan program Lindo. (Rangkuti, 2012).

2.2.1 Model Program Linier

Model program linier merupakan bentuk dan susunan dalam menyajikan masalah yang akan dipecahkan dengan menggunakan teknik program linier.

Rangkuti (2012) menjelaskan bentuk umum model program linier sebagai berikut:

Maksimalkan

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2.1)$$

Dengan batasan

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.2)$$

$$x_j \geq 0 \quad (2.3)$$

Atau dapat kita tuliskan secara lengkap sebagai berikut:

Maksimalkan fungsi tujuan

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (2.4)$$

dengan batasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2.5)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

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

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_n$$

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

Disamping itu, ada bentuk lain, sebagai berikut:

- a. Fungsi tujuan $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ diminimalkan.
- b. Beberapa kendala fungsional dengan ketidaksamaan lebih besar dari atau sama dengan

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_n$$

- c. Kendala fungsional dalam bentuk persamaan

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_n$$

- d. Variabel keputusan memenuhi kendala tidak negatif yaitu

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

Keterangan:

Z = Fungsi tujuan yang dicari nilai optimalnya (maksimal atau minimal).

c_j = Kenaikan nilai Z apabila ada penambahan tingkat kegiatan x_j dengan satu satuan unit atau sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan j terhadap Z .

n = Macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia.

m = Macam batasan sumber atau fasilitas yang tersedia.

x_j = Tingkat kegiatan- j .

a_{ij} =Banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unsur keluaran kegiatan j .

b_i = Kapasitas sumber i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan.

Secara umum model program linier dapat kita rangkai sebagai berikut:

- a. Fungsi yang akan dicari nilai optimalnya (Z) disebut fungsi tujuan (*objective function*) dapat berupa maksimal atau minimal.
- b. Fungsi yang mempengaruhi persoalan terhadap fungsi tujuan yang akan dicapai disebut dengan fungsi batasan atau kendala (*constraint function*) yang merupakan ketidaksamaan persamaan.
- c. Variabel yang mempengaruhi persoalan dalam pengambilan keputusan disebut variabel keputusan (*decision variables*) yang bernilai non-negatif.

2.2.2 Asumsi Program Linier

Rangkuti (2012) menjelaskan bahwa terdapat lima asumsi program linier:

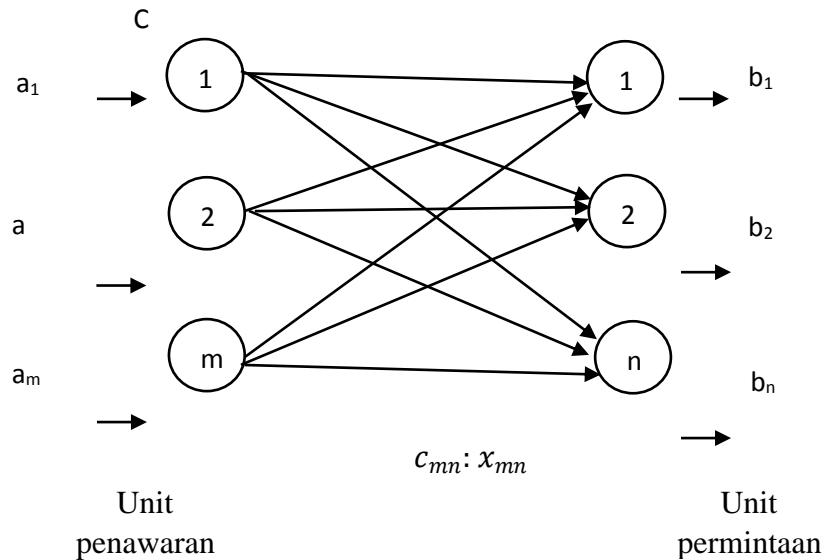
- a. Linieritas, yakni membatasi bahwa fungsi tujuan dan fungsi kendala harus berbentuk linier, artinya variabel keputusan berpangkat satu
- b. Proporsionalitas, yakni naik turunnya nilai fungsi tujuan dan penggunaan sumber daya atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (*proportional*) dengan perubahan tingkat kegiatan.
- c. Aditivitas, yakni nilai fungsi tujuan untuk tiap kegiatan tidak saling memengaruhi dan dalam pemrograman linier dianggap bahwa kenaikan kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian dari kegiatan lain.

- d. Deterministik yang dalam hal ini menyatakan bahwa setiap parameter yang ada dalam pemrograman linier (a_{ij} , b_i , c_{ij}) dapat ditentukan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.
- e. Divisibilitas, yakni menyatakan bahwa keluaran (output) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian pula nilai Z yang dihasilkan. Dalam memformulasikan suatu masalah nyata ke dalam pemrograman linier, maka diperlukan langkah sebagai berikut:
 - (a).Memahami permasalahan;
 - (b). Mengidentifikasi variabel-variabel keputusan;
 - (c).Menyatakan fungsi tujuan sebagai kombinasi linier dari variabel keputusan;
 - (d).Menyatakan kendala structural sebagai kombinasi linier dari variabel keputusan;
 - (e).Menyatakan kendala non-negatif dari variabel keputusan.

2.3 Model Transportasi

Model transportasi merupakan aplikasi dari model program linier yang merupakan suatu prosedur iterasi yang digunakan untuk memecahkan masalah minimalisasi biaya pengiriman dari pabrik atau sumber m ke tempat tujuan n . Data dalam model transportasi mencakup tingkat persediaan di setiap sumber dan sejumlah permintaan di setiap tujuan; serta biaya transportasi per unit barang dari setiap sumber ke setiap tujuan (Bu'ulolo, 2016).

Berikut proses transportasi antara permintaan (*demand*) dan penawaran (*supply*) dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Model Transportasi dari Sumber ke Tujuan

Gambar 2.1 memperlihatkan sebuah model transportasi dari sebuah jaringan dengan m sebagai sumber dan n sebagai tujuan. Sumber dan tujuan diwakili dengan sebuah node, dan rute pengiriman barang dari yang menghubungkan sumber ke tujuan diwakili dengan busur yaitu: (Rangkuti, 2012).

- * Masing-masing sumber mempunyai kapasitas $a_i, i=1,2,3,\dots,m$
- * Masing-masing tujuan mempunyai kapasitas $b_j, j=1,2,3,\dots,n$
- * x_{ij} ; jumlah satuan unit yang dikirim dari sumber i ke tujuan j
- * c_{ij} ; ongkos pengiriman per unit dari sumber i ke tujuan j

Dengan demikian model pemrograman linier dari persoalan transportasi adalah

Fungsi tujuan:

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (2.6)$$

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

Persamaan (2.7) menetapkan bahwa jumlah pengiriman dari sebuah sumber tidak dapat melebihi permintaannya. Demikian pula persamaan (2.8) mengharuskan bahwa jumlah pengiriman ke sebuah tujuan tidak dapat melebihi penawarannya. Jadi, batasan tersebut menyiratkan bahwa penawaran total sama dengan permintaan total. Tujuan model transportasi adalah menentukan jumlah yang harus dikirim dari setiap sumber ke setiap tujuan sedemikian rupa, sehingga biaya transportasi total dapat diminimalkan. (Rangkuti, 2012).

Dari deskripsi di atas dapat disusun bentuk umum dari tabel dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Tabel Transportasi

		Ke		Tujuan						Supply
		Dari	1	2	...	J	...	n		
SUMBER	1	c_{11}	c_{12}		c_{1j}		c_{1n}	a_1		
		x_{11}					x_{1n}			
	2	c_{21}	c_{22}		c_{2j}		c_{2n}	a_2		
		x_{21}	x_{22}		x_{2j}		x_{2n}			
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			
	I	c_{i1}	c_{i2}		c_{ij}		c_{in}	a_i		
	⋮	⋮		⋮		⋮				
m	c_{m1}	c_{m2}		c_{mj}		c_{mn}	a_m			
	x_{m1}	x_{m2}		x_{mj}		x_{mn}				
Demand		b_1	b_2		b_j		b_n	$\sum a_i = \sum b_i$		

Sumber: Rangkuti (2012).

Keterangan:

a_i = jumlah barang yang ditawarkan atau kapasitas sumber ke i ($i=1,2,3,\dots,m$)

b_j = jumlah barang yang dimintau atau dipesan oleh tujuan ke j ($j=1,2,3,\dots,n$)

x_{ij} = jumlah barang yang dikirim dari sumber a_i ke tujuan b_j

c_{ij} = biaya pengiriman barang dari sumber a_i ke tujuan b_j

m = jumlah pengiriman dari sumber

n = jumlah pengiriman ke tujuan

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

Metode *VAM* diperkenalkan oleh W.R Vogel pada tahun 1948. Metode *VAM* adalah salah satu metode solusi awal yang didasarkan pada konsep biaya penalti yang merupakan selisih antara sel terkecil dan terkecil berikutnya dalam baris atau kolom. Metode *VAM* mengalokasikan sebanyak mungkin ke sel biaya minimum dalam baris atau kolom dengan biaya penalti terbesar. Metode *VAM* dapat memberikan solusi awal yang mendekati solusi optimal jika dibandingkan dengan *North West Corner* dan metode *Least Cost* (Rangkuti, 2012).

Langkah-langkah menggunakan metode *VAM* (Rangkuti, 2012) :

- Langkah 1

Hitung penalti untuk tiap kolom dan baris dengan cara mengurangkan elemen terkecil pertama dengan elemen ongkos terkecil kedua

- Langkah 2

Lihat kolom atau baris dengan penalti terbesar. Alokasikan sebanyak mungkin pada variabel dengan ongkos terkecil, disesuaikan antara persediaan dengan permintaan, kemudian baris atau kolom yang sudah terpenuhi diberi tanda. Jika ada dua buah kolom atau baris yang terpenuhi secara simultan, dipilih salah satu

untuk diberi tanda, sehingga persediaan atau permintaan pada baris atau kolom yang tidak terpilih adalah nol. Setiap baris atau kolom dengan persediaan atau permintaan yang sama dengan nol, tidak akan terbawa lagi dalam perhitungan penalti berikutnya

- Langkah 3
 - a. Bila tinggal satu kolom atau baris yang belum ditandai, pengerjaan dihentikan
 - b. Bila tinggal satu kolom atau baris dengan persediaan atau permintaan positif yang belum ditandai, tentukan variabel basis pada kolom atau baris dengan cara ongkos terkecil
 - c. Bila semua baris dan kolom yang belum ditandai mempunyai persediaan dan permintaan sama dengan nol, ditentukan variabel-variabel basis yang berharga dengan cara ongkos terkecil. Kemudian pengerjaan di hentikan
 - d. Jika langkah 3 a, b, dan c tidak terjadi, hitung kembali penalti untuk kolom atau baris yang belum diberi tanda.

Kembali ke langkah 2

2.5. Metode *Stepping Stone*

Metode *Stepping Stone* merupakan salah satu metode solusi optimal yang digunakan untuk menghasilkan pemecahan layak bagi masalah dengan biaya-biaya operasi (biaya pabrik dan biaya transportasi), sehingga mendapatkan biaya pengiriman relatif minimal. Jumlah rute atau sel yang mendapat alokasi harus sebanyak $m + n - 1$. Langkah penyelesaian metode *Stepping Stone* adalah (Jay Render dan Heizer, 2001):

- a. Isi tabel awal dengan metode *VAM*.

- b. Harus dipastikan bahwa jumlah sel yang terisi harus ada $(m+n-1)$, dimana m adalah banyak sumber dan n adalah banyak tujuan.
- c. Pilihlah kotak manapun yang tidak terpakai untuk dievaluasi.
- d. Dimulai dari kotak yang tidak terpakai, telusurilah sebuah jalur tertutup yang kembali ke kotak awal melalui kotak-kotak yang sekarang ini yang sedang digunakan (yang diizinkan hanyalah gerakan vertikal dan horizontal). Walau demikian, boleh melangkahi kotak manapun baik kosong ataupun berisi.
- e. Mulai dengan tanda plus (+) pada kotak yang tidak terpakai, tempatkan secara bergantian tanda plus (+) dan tanda minus (-) pada setiap kotak pada jalur yang tertutup yang baru saja dilalui.
- f. Hitunglah indeks perbaikan dengan cara menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap kotak yang berisi tanda plus (+), dilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak berisi tanda minus (-).
- g. Ulangi langkah a hingga d 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. Jika belum, maka solusi sekarang dapat terus ditingkatkan untuk mengurangi biaya pengiriman total.

2.6. Metode Modified Distribution (MODI)

Metode *MODI* dikenal pula sebagai metode *danzing* merupakan metode pengembangan dari metode *stepping stone* karena dalam penentuan segi empat kosong yang dapat menghemat biaya dilakukan dengan prosedur yang lebih efisien dalam menghitung indeks perbaikan sel kosong. Perbedaan utama antara metode *Stepping stone* dan metode *MODI* adalah pada langkah pemakaian jalur terpendek

dalam pemecahan masalah. Untuk menghitung indeks perbaikan bagi pemecahan tertentu, dalam metode *Stepping stone* harus mencari jalur terpendek untuk tiap sel kosong. Sel kosong dengan potensi perbaikan nilai negatif terbesar kemudian dipilih untuk masuk dalam pemecahan selanjutnya. Tetapi dalam metode *MODI* indeks perbaikan dapat dihitung tanpa harus mencari jalur-jalur terpendek. Metode *MODI* hanya membutuhkan satu jalur terpendek. Jalur dipilih sesudah sel kosong dengan indeks perbaikan tertinggi setelah ditemukan. Adapun langkah-langkah metode *MODI* adalah sebagai berikut (Wijaya, 2013):

- a. Menghitung nilai indeks pada masing-masing baris dan kolom, dengan menggunakan $C_{ij} = U_i + V_j$ dimana U_i merupakan nilai indeks pada baris i , V_j merupakan nilai indeks pada kolom j dan C_{ij} adalah biaya transportasi dari sumber i ke tujuan j . Pemberian nilai indeks ini harus berdasarkan pada sel yang telah terisi atau digunakan. Sebagai alat bantu untuk memulai pencarian nilai indeks, maka nilai baris pertama (U_i) ditetapkan sama dengan nol.
- b. Nilai indeks seluruh baris dan kolom diperoleh dengan menggunakan $C_{ij} = U_i + V_j$
- c. Mencari sel-sel yang kosong atau sel yang belum terisi.
- d. Menghitung besarnya nilai pada sel-sel kosong tersebut dengan menggunakan $I_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$
- e. Apabila nilai sel-sel kosong tersebut keseluruhannya bernilai positif berarti proses tersebut telah menghasilkan biaya transportasi minimum.
- f. Apabila masih terdapat nilai negatif berarti masih terdapat penghematan biaya, maka dilakukan proses eksekusi terhadap sel yang memiliki angka negatif.

Dimana jika terdapat lebih dari satu nilai negatif, maka pilih nilai negatif terbesar.

- g. Proses pengalokasian dilakukan menggunakan pendekatan yang serupa dengan metode *Stepping stone*.
- h. Ulangi langkah (a) untuk memastikan semua nilai sel (I_{ij}) kosong tidak ada yang bernilai negatif.

2.7. Metode *Revised Distribution (RDI)*

Metode *RDI* didasarkan pada mengalokasikan unit ke sel dalam matriks transportasi yang dimulai dengan permintaan minimum atau penawaran ke sel dengan biaya minimum dalam matriks transportasi dan kemudian mencoba untuk menemukan solusi optimal untuk masalah transportasi yang diberikan. Metode yang diusulkan adalah prosedur yang sistematis, mudah diterapkan dan bisa dimanfaatkan untuk semua jenis masalah transportasi dengan memaksimalkan atau meminimumkan fungsi objektif. Adapun langkah-langkah metode *RDI* yaitu (Aramuthakannan dan Kandasamy, 2013):

- a. Membuat tabel transportasi.
- b. Mulailah dengan mencari nilai minimum pada baris persediaan atau kolom permintan. Jika terjadi seri, maka memilih persediaan atau permintaan dengan biaya terkecil.
- c. Membandingkan biaya persediaan yang memungkinkan pada baris dan permintaan pada kolom, kemudian mengalokasikan unit untuk persediaan atau permintaan yang memiliki biaya paling kecil.
- d. Jika persediaan dan penawaran tersebut terpenuhi, maka berpindah ke nilai minimum selanjutnya pada baris persedian dan kolom permintaan.

- e. Ulangi langkah b dan c sampai kondisi kapasitas semua persediaan dan kondisi semua tujuan sudah terpenuhi.