

MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI JERUK MENGUNAKAN *VOGELL'S APPROXIMATION METHOD* DENGAN UJI OPTIMAL *STEPPING STONE*

Moh. Ghista Kusuma Shafarda^{1§}, Ni Made Asih², G.K. Gandhiadi³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: ghistakusuma@yahoo.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: madeasih@unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: gandhiadi@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

The objective of this research is to know the minimum cost distribution of citrus using Vogell's approximation method with stepping stone optimal test. Vogell's approximation method (VAM) is one of the preparation methods of initial feasible solution tables by determining the allocation of distribution on the cell that has the smallest cost and is located on the row or column that has the greatest value of the difference between the two smallest costs. The stepping stone method aims to test the initial solution table by calculating the cost of empty cells passed by the stepping stone path. The research that has been done shows the cost that before the optimization of the distributing costs of kintamani citrus by kintamani citrus farmers using Vogell's approximation method and stepping stone optimal test, it's obtained that the costs are 85.338.161 rupiahs, while the cost of distributing kintamani citrus by kintamani citrus farmers after the optimization is 75.710.570 rupiahs.

Keywords: *Minimum Cost Distribution, Vogell's Approximation Method (VAM), Stepping Stone Method*

1. PENDAHULUAN

Provinsi Bali merupakan salah satu provinsi penghasil jeruk terbesar di negara Indonesia selama kurun waktu empat tahun dari 2011 sampai 2015 dengan produksi sebesar 7,19% dari total keseluruhan (Kementerian Pertanian, 2015). Di antara berbagai jenis jeruk yang di produksi di Provinsi Bali, jeruk kintamani merupakan salah satu jenis yang cukup populer bagi masyarakat.

Jeruk kintamani merupakan jenis jeruk yang berasal dari Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Jeruk kintamani bukan hanya buah yang cukup diminati untuk dikonsumsi, tetapi juga cukup sering digunakan pada kegiatan keagamaan umat Hindu di Provinsi Bali. Tidak mengherankan di saat menjelang hari suci keagamaan atau upacara di Bali, permintaan jeruk kintamani di pasaran akan melonjak. Salah satu cara untuk mengatasi lonjakan permintaan jeruk kintamani adalah

dengan melakukan pendistribusian jeruk kintamani ke pasar lokal terlebih dahulu. Setelah terpenuhinya permintaan pada pasar lokal, sisa dari hasil produksi jeruk kintamani dipasarkan ke luar daerah untuk menghindari penurunan harga di pasar lokal akibat dari jumlah jeruk yang melimpah. Oleh karena itu, petani diharapkan dapat mempertimbangkan hal-hal seperti harga jual, biaya yang dikeluarkan dalam distribusi, dan keuntungan yang diperoleh pada distribusi jeruk untuk mengatasi tingginya permintaan.

Distribusi merupakan salah satu dari sekian masalah yang dialami oleh petani jeruk. Distribusi ini menyangkut tentang permasalahan kegiatan pendistribusian barang dari berbagai sumber ke beberapa tujuan. Kegiatan pendistribusian hasil produksi pasti memerlukan biaya transportasi. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengatasi

masalah distribusi adalah dengan menggunakan metode transportasi (Haming, et al., 2017).

Metode transportasi merupakan salah satu teknik optimasi dalam riset operasi yang digunakan untuk mengatur pendistribusian barang dari berbagai sumber ke beberapa wilayah pengiriman sehingga menghasilkan biaya distribusi yang optimal. Terdapat dua metode uji optimal dalam metode transportasi yaitu metode *stepping stone* dan metode *modified distribution* (MODI). Sebelum pengujian optimalitas, perlu dilakukan pencarian solusi layak dasar awal. Terdapat beberapa metode pencarian solusi layak dasar awal, yaitu *least cost method*, *north west corner method*, *Russell's approximation method*, dan *Vogell's approximation method* (Siswanto, 2007).

Penelitian sebelumnya terkait dengan masalah distribusi dilakukan oleh Nelwan et al. (2013) mengenai optimasi pendistribusian air dengan menggunakan metode *least cost* dan metode *modified distribution*. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk menentukan distribusi air yang optimal dengan biaya distribusi yang minimum. Hasil penelitian tersebut menunjukkan jika biaya yang sudah dilakukan optimalisasi dengan metode transportasi menghasilkan biaya yang lebih kecil. Penelitian lain juga dilakukan oleh Ardhyani (2017) mengenai optimalisasi biaya distribusi pakan ternak dengan menggunakan metode transportasi. Pendistribusian produk pakan ternak menggunakan metode transportasi menghasilkan biaya yang lebih optimal daripada sebelum dilakukan optimalisasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui biaya minimum pendistribusian jeruk kintamani menggunakan *Vogell's approximation method* dengan uji optimal *stepping stone*.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari enam petani jeruk kintamani yang tergabung dalam koperasi XYZ dan tiga pengepul jeruk

kintamani yang berada di tiga desa (Desa Sukawana, Desa Gunung Kunyit, dan Desa Kintamani). Desa tersebut terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dengan para petani jeruk kintamani mengenai biaya distribusi yang dikeluarkan dalam pendistribusian jeruk kintamani. Data sekunder diperoleh dari pencatatan hasil produksi jeruk kintamani oleh masing-masing petani dan permintaan jeruk kintamani oleh ketiga pengepul pada bulan Juli 2018. Adapun tahapan penyelesaian dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengumpulkan data-data untuk digunakan dalam model transportasi.
Sumber = Petani jeruk kintamani = S_m ;
 $m = 1,2,3, \dots, 6$
Daerah tujuan = Desa Sukawana (T_1),
Desa Gunung Kunyit (T_2), dan Desa Kintamani (T_3).
2. Melakukan pemodelan matriks transportasi.

Tabel 1. Matriks Transportasi

Sumber	Tujuan			Kapasitas sumber per periode
	T_1	T_2	T_3	
S_1	b_{11} X_{11}	b_{12} X_{12}	b_{13} X_{13}	A_1
S_2	b_{21} X_{21}	b_{22} X_{22}	b_{23} X_{23}	A_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
S_6	b_{61} X_{61}	b_{62} X_{62}	b_{63} X_{63}	A_6
Kebutuhan tujuan per periode	B_1	B_2	B_3	$\sum A_i$ $\sum B_j$

Sumber: Siswanto (2007)

dengan:

b_{ij} = Biaya distribusi jeruk per kilogram dari sumber m ke tujuan n .

X_{ij} = Jumlah jeruk yang diangkut per kilogram dari sumber m ke tujuan n .

untuk $i = 1,2,3, \dots, 6$; $j = 1,2,3$

3. Pembentukan solusi layak awal menggunakan *Vogell's approximation method*.

- a. Pada tiap baris dan kolom, menghitung selisih antara dua biaya yang terkecil.
 - b. Menentukan baris atau kolom hasil langkah (1) yang selisihnya terbesar. Jika terdapat lebih dari satu nilai dengan selisih terbesar, maka sel dapat dipilih secara bebas.
 - c. Mengalokasikan maksimum jumlah barang pada baris atau kolom yang memiliki sel dengan biaya terkecil. Menghapus baris atau kolom yang dihabiskan karena pengisian tersebut pada perhitungan berikutnya. Jika baris dan kolom terhapus bersamaan, tambahkan sebuah variabel *dummy*.
 - d. Pengulangan langkah 1 – 3 hingga semua permintaan atau persediaan habis.
4. Pengujian optimalitas tabel solusi layak awal *Vogell's approximation method* untuk mengetahui apakah biaya distribusi total telah minimum dengan menggunakan metode *stepping stone*.
- a. Melakukan evaluasi pada sel kosong dengan cara melakukan lompatan secara horizontal atau vertikal secara bergantian dengan berpijak pada sel yang sudah terisi. Lompatan dilakukan sampai kembali ke sel kosong awal.
 - b. Melakukan perhitungan biaya dari sel yang kosong menggunakan dasar jalur tertutup (+) atau (-). Tanda (+) diberikan pada sel kosong pertama, selanjutnya diberikan tanda (-) pada sel berikutnya. Penggunaan tanda (+) dan (-) dilakukan secara bergantian pada sel-sel berikutnya sampai kembali ke sel kosong awal.
 - c. Jika semua hasil perhitungan pada evaluasi sel kosong bernilai positif, maka matriks transportasi sudah optimal. Jika menghasilkan nilai negatif, maka matriks transportasi

belum optimal dan dipilih nilai negatif terbesar pada perhitungan biaya.

- d. Setelah dipilih perhitungan biaya yang menghasilkan nilai negatif terbesar, pilih sel dengan unit terkecil pada lompatan yang bernilai negatif. Tambahkan unit terkecil tersebut ke lompatan yang bernilai positif, dan kurangkan ke lompatan yang bernilai negatif.
5. Melakukan revisi tabel pada langkah ke tiga sampai tidak ada nilai negatif pada evaluasi sel kosong.
 6. Interpretasi hasil

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data penelitian

- a. Sumber dan kapasitas jeruk kintamani
 Berikut enam petani jeruk kintamani yang merupakan sumber penyedia jeruk kintamani dengan kapasitasnya:

Tabel 2. Kapasitas Jeruk Kintamani dari Masing-Masing Petani

Petani jeruk kintamani	Jumlah penawaran (Kg)
Ibu AA	52.409
Pak BB	82.480
Pak CC	29.457
Ibu DD	217.628
Pak EE	36.892
Pak FF	177.787

Sumber: Data primer petani jeruk Kintamani (2018)

- b. Daerah tujuan pendistribusian dan permintaan jeruk Kintamani
 Petani jeruk kintamani memiliki tiga desa tujuan pengiriman dengan permintaan masing-masing yaitu:

Tabel 3. Desa Tujuan Pengiriman dengan Jumlah Permintaan

Desa tujuan pengiriman jeruk	Jumlah permintaan (Kg)
Sukawana	300.000
Gunung Kunyit	200.000
Kintamani	150.000

Sumber: Data primer petani jeruk Kintamani (2018)

Diperoleh juga rata-rata biaya distribusi jeruk kintamani per hari, banyak kegiatan

pengiriman, dan jumlah total jeruk kintamani yang dikirim ke setiap daerah tujuan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Biaya Distribusi Jeruk Kintamani per hari, Banyak Kegiatan Pengiriman, dan Jumlah Total Jeruk Kintamani yang dikirim ke Setiap Daerah Tujuan

Sumber	Tujuan	Biaya (Rp)	Banyak kegiatan pengiriman	Jumlah Total Jeruk (Kg)
Ibu AA	Sukawana	250.000	30	39.163
	Gunung Kunist	250.000	19	13.246
Pak BB	Sukawana	275.000	31	55.258
	Gunung Kunist	275.000	31	27.222
Pak CC	Sukawana	200.000	31	26.204
	Gunung Kunist	200.000	6	3.253
Ibu DD	Sukawana	300.000	31	106.208
	Gunung Kunist	300.000	31	80.437
	Kintamani	200.000	25	30.983
Pak EE	Gunung Kunist	200.000	31	31.830
	Kintamani	200.000	9	5.062
Pak FF	Gunung Kunist	275.000	31	121.644
	Kintamani	250.000	31	56.143

Sumber: Data primer petani jeruk kintamani (2018)

Berdasarkan rata-rata biaya yang dikeluarkan per hari seperti pada Tabel 4, dapat diketahui biaya per kilogram pengiriman jeruk kintamani (b_{ij}) dengan rincian seperti pada Tabel 5. Biaya per unit atau biaya rata-rata dapat dihitung dengan membagi biaya total dengan jumlah unit (Horngren, et al., 2012).

Tabel 5. Jumlah Jeruk dalam Satu Bulan per Unit (Kg)

Sumber	Tujuan	Biaya (Rp)
Ibu AA	Sukawana	192
	Gunung Kunist	359
Pak BB	Sukawana	154
	Gunung Kunist	313
Pak CC	Sukawana	237
	Kintamani	369
	Sukawana	87
Ibu DD	Gunung Kunist	116
	Kintamani	187
	Gunung Kunist	195
Pak EE	Kintamani	356
	Gunung Kunist	70
Pak FF	Kintamani	138

Sumber: Data diolah (2019)

Keterangan:

Biaya per unit (Kg) = (banyak kegiatan pengiriman tiap tujuan \times biaya per hari : jumlah total jeruk kintamani yang dikirim ke setiap daerah tujuan)

Berdasarkan dari Tabel 4 dan Tabel 5, diperoleh biaya pendistribusian jeruk kintamani (Rp) sebelum dilakukan optimalisasi dengan *Vogell's approximation method* dan uji optimal *stepping stone* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z &= (192)39.163 + (359)13.246 \\
 &\quad + (154)55.258 + (313)27.222 \\
 &\quad + (237)26.204 + (369)3.253 \\
 &\quad + (87)106.208 + (116)80.437 \\
 &\quad + (187)30.983 + (195)31.830 \\
 &\quad + (356)5.062 + (70)121.644 \\
 &\quad + (138)56.143 \\
 Z &= 7.519.296 + 4.755.314 + 8.509.732 \\
 &\quad + 8.520.486 + 6.210.348 + 1.200.357 \\
 &\quad + 9.281.247 + 9.275.824 + 5.793.821 \\
 &\quad + 6.206.850 + 1.802.072 + 8.515.080 \\
 &\quad + 7.747.734 \\
 Z &= \text{Rp}85.338.161
 \end{aligned}$$

3.2 Pemodelan Matriks Transportasi

1. Pemodelan Solusi Layak Awal Matriks Transportasi

a. Menyusun tabel solusi layak awal

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat dibentuk ke dalam matriks transportasi seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Transportasi Alur Pendistribusian Jeruk Kintamani

Tujuan Sumber	Sukawana	Gunung Kunist	Kintamani	Penawaran
Ibu AA	39.163	13.246		52.409
Pak BB	55.258	27.222		82.480
Pak CC	26.204	3.253		29.457
Ibu DD	106.208	80.437	30.983	217.628
Pak EE		31.830	5.062	36.892
Pak FF		121.644	56.143	177.787
Permintaan	300.000	200.000	150.000	544.244 650.000

Sumber: Data diolah (2019)

Sel kosong pada Tabel 6 memberi pengertian jika petani jeruk kintamani tidak melakukan pendistribusian ke desa tersebut. Selanjutnya dapat dibentuk juga matriks transportasi untuk

biaya per kilogram jeruk kintamani seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Transportasi Biaya per Kilogram Jeruk Kintamani

Tujuan Sumber	Sukawana	Gunung Kunyit	Kintamani	Penawaran
Ibu AA	192	359	C	52.409
Pak BB	154	313	C	82.480
Pak CC	237	369	C	29.457
Ibu DD	87	97	202	217.628
Pak EE	C	195	356	36.892
Pak FF	C	70	138	177.787
Permintaan	300.000	200.000	150.000	544.244 650.000

Sumber: Data diolah (2019)

Untuk daerah tujuan pengiriman yang tidak memiliki hubungan pengiriman dengan petani jeruk kintamani, diasumsikan dengan biaya bilangan positif besar C dan dianggap sebagai jalur cacat. Setelah itu, berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7, maka dapat dibuat tabel solusi layak awal matriks transportasi sebelum dilakukan optimalisasi seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Matriks Transportasi Sebelum Dilakukan Optimalisasi

Sumber	Tujuan			Kapasitas sumber per periode
	Sukawana	Gunung Kunyit	Kintamani	
Ibu AA	(192) X_{11}	(359) X_{12}	(C) X_{13}	52.409
Pak BB	(154) X_{21}	(313) X_{22}	(C) X_{23}	82.480
Pak CC	(237) X_{31}	(369) X_{32}	(C) X_{33}	29.457
Ibu DD	(87) X_{41}	(97) X_{42}	(202) X_{43}	217.628
Pak EE	(C) X_{51}	(195) X_{52}	(356) X_{53}	36.892
Pak FF	(C) X_{61}	(70) X_{62}	(138) X_{63}	177.787
Kebutuhan tujuan per periode	300.000	200.000	150.000	544.244 650.000

Sumber: Data diolah (2019)

b Membentuk fungsi tujuan
 Minimumkan

$$\begin{aligned}
 Z = & (192)X_{11} + (359)X_{12} + (154)X_{21} \\
 & + (313)X_{22} + (237)X_{31} + (369)X_{32} \\
 & + (87)X_{41} + (97)X_{42} + (202)X_{43} \\
 & + (195)X_{52} + (356)X_{53} + (70)X_{62} \\
 & + (138)X_{63}
 \end{aligned}$$

c Membentuk fungsi kendala

Kendala penawaran

$$X_{11} + X_{12} = 52.409$$

$$X_{21} + X_{22} = 82.480$$

$$X_{31} + X_{32} = 29.457$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} = 217.628$$

$$X_{52} + X_{53} = 36.892$$

$$X_{62} + X_{63} = 177.787$$

Kendala permintaan

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} = 300.000$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} = 200.000$$

$$X_{43} + X_{53} + X_{63} = 150.000$$

$$X_{ij} \geq 0, \text{ untuk } i = 1,2,3, \dots, 6 ; j = 1,2,3$$

Berdasarkan data pada Tabel 8, terjadi ketidakseimbangan antara permintaan dengan penawaran, sehingga perlu dilakukan penambahan variabel *dummy* agar matriks transportasi tersebut dapat seimbang seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Matriks Transportasi yang Diseimbangkan

Sumber	Tujuan			Kapasitas sumber per periode
	Sukawana	Gunung Kunyit	Kintamani	
Ibu AA	(192) X_{11}	(359) X_{12}	(C) X_{13}	52.409
Pak BB	(154) X_{21}	(313) X_{22}	(C) X_{23}	82.480
Pak CC	(237) X_{31}	(369) X_{32}	(C) X_{33}	29.457
Ibu DD	(87) X_{41}	(97) X_{42}	(202) X_{43}	217.628
Pak EE	(C) X_{51}	(195) X_{52}	(356) X_{53}	36.892
Pak FF	(C) X_{61}	(70) X_{62}	(138) X_{63}	177.787
<i>Dummy</i>	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) X_{73}	53.347
Kebutuhan tujuan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000

Sumber: Data diolah (2019)

2. Pembentukan Solusi Layak Awal dengan *Vogell's Approximation Method*

Setelah dilakukan penyeimbangan, selanjutnya dilakukan pengalokasian barang dengan metode VAM seperti berikut:

Langkah 1 adalah untuk setiap baris dan kolom dalam matriks transportasi, dilakukan pencarian nilai dari selisih antara dua biaya terkecil seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Matriks Transportasi Distribusi Jeruk Kintamani dengan Selisih Biaya

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran jeruk per periode	Selisih biaya
	Sukawana	Gunung Kuniyit	Kintamani		
Ibu AA	(192) X_{11}	(359) X_{12}	(C) X_{13}	52.409	167
Pak BB	(154) X_{21}	(313) X_{22}	(C) X_{23}	82.480	159
Pak CC	(237) X_{31}	(369) X_{32}	(C) X_{33}	29.457	132
Ibu DD	(87) X_{41}	(97) X_{42}	(202) X_{43}	217.628	10
Pak EE	(C) X_{51}	(195) X_{52}	(356) X_{53}	36.892	161
Pak FF	(C) X_{61}	(70) X_{62}	(138) X_{63}	177.787	68
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) X_{73}	53.347	0
Kebutuhan tujuan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000	
Selisih biaya	67	27	64		

Sumber: Data diolah (2019)

Langkah 2 adalah menentukan baris atau kolom hasil langkah (1) yang selisihnya terbesar. Jika terdapat lebih dari satu, maka sel dapat dipilih secara bebas. Pada langkah ini, dipilih nilai 167 karena memiliki selisih biaya terbesar.

Langkah 3 adalah mengalokasikan distribusi maksimum barang pada baris atau kolom yang memiliki sel dengan biaya terkecil. Hal ini terlihat pada Tabel 9 dengan biaya terendah adalah rute Ibu AA dengan tujuan Sukawana dengan biaya Rp192, sehingga pada sel ini diberikan distribusi maksimum jeruk kintamani sebesar 52.409 kg. Jumlah tersebut sesuai dengan kapasitas tidak lebih dari jumlah permintaan dan jumlah penawaran.

Langkah 4 adalah pengulangan langkah 1 – 3 hingga semua permintaan atau persediaan habis.

Berdasarkan Tabel 11, dengan perhitungan cara yang sama diperoleh solusi layak awal VAM dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 11. Matriks Transportasi Distribusi Jeruk Kintamani dengan Pengalokasian

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran jeruk per periode	Selisih biaya
	Sukawana	Gunung Kuniyit	Kintamani		
Ibu AA	(192) 52.409	(359) X_{12}	(C) X_{13}	52.409	167
Pak BB	(154) X_{21}	(313) X_{22}	(C) X_{23}	82.480	159
Pak CC	(237) X_{31}	(369) X_{32}	(C) X_{33}	29.457	132
Ibu DD	(87) X_{41}	(97) X_{42}	(202) X_{43}	217.628	10
Pak EE	(C) X_{51}	(195) X_{52}	(356) X_{53}	36.892	161
Pak FF	(C) X_{61}	(70) X_{62}	(138) X_{63}	177.787	82
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) X_{73}	53.347	0
Kebutuhan tujuan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000	
Selisih biaya	67	27	50		

Sumber: Data diolah (2019)

Tabel 12. Solusi Layak Awal Matriks Transportasi Hasil VAM Pada Distribusi Jeruk Kintamani

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran jeruk per periode
	Sukawana	Gunung Kuniyit	Kintamani	
Ibu AA	(192) 52.409	(359)	(C) X_{13}	52.409
Pak BB	(154) 82.480	(313)	(C) X_{23}	82.480
Pak CC	(237) 29.457	(369)	(C) X_{33}	29.457
Ibu DD	(87) 135.654	(97)	(202) 81.974	217.628
Pak EE	(C) X_{51}	(195) 36.892	(356)	36.892
Pak FF	(C) X_{61}	(70) 163.108	(138) 14.679	177.787
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0)	53.347
Jumlah permintaan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000

Sumber: Data diolah (2019)

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui biaya transportasi (Rp) total VAM yaitu:

$$Z = (192 \times 52.409) + (154 \times 82.480) + (237 \times 29.457) + (87 \times 135.654) + (202 \times 81.974) + (195 \times 36.892) + (70 \times 163.108) + (138 \times 14.679) + (0 \times 53.347) = \text{Rp}78.743.605$$

3. Uji Optimal Tabel Solusi Layak Awal VAM Dengan Metode *Stepping Stone*

Setelah dilakukan pembentukan pembentukan solusi layak awal dengan *Vogell's approximation method*, selanjutnya dilakukan uji optimalitas tabel dengan metode *stepping stone*.

Tabel 13. Uji Sel Kosong Rute Ibu AA dengan Tujuan Gunung Kunyit

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran jeruk per periode
	Sukawana	Gunung Kunyit	Kintamani	
Ibu AA	(-192) 52.409	(+359)	(C)	52.409
Pak BB	(154) 82.480	(313)	X_{13} (C)	82.480
Pak CC	(237) 29.457	(369)	X_{23} (C)	29.457
Ibu DD	(+87) 135.654	(97)	(-202) 81.974	217.628
Pak EE	(C) X_{51}	(195) 36.892	(356)	36.892
Pak FF	(C) X_{61}	(-70) 163.108	(+138) 14.679	177.787
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) 53.347	53.347
Jumlah permintaan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000

Sumber: Data diolah (2019)

Evaluasi biaya pada sel kosong = $359 - 70 + 138 - 202 + 87 - 192 = 120$.

Dengan cara yang sama dilakukan pengujian semua sel kosong. Setelah dilakukan evaluasi pada semua biaya sel, ternyata terdapat hasil evaluasi yang bernilai negatif. Oleh karena itu perlu dilakukan revisi sel kosong seperti pada Tabel 14 dan Tabel 15.

Tabel 14. Revisi Sel Kosong Rute Ibu Yuli dengan Tujuan Desa Gunung Kunyit

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran jeruk per periode
	Sukawana	Gunung Kunyit	Kintamani	
Ibu Prasi	(192) 52.409	(359)	(C)	52.409
Pak Wijana	(154) 82.480	(313)	X_{13} (C)	82.480
Pak Artha	(237) 29.457	(369)	X_{23} (C)	29.457
Ibu Yuli	(87) 135.654	(+97) (0 + 81.974)	(-202) (81.974 - 81.974)	217.628
Pak Edy	(C) X_{51}	(195) 36.892	(356)	36.892
Pak Agus	(C) X_{61}	(-70) (163.108 - 81.974)	(+138) (14.679 + 81.974)	177.787
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) 53.347	53.347
Jumlah permintaan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000

Sumber: Data diolah (2019)

Pada Tabel 14, dipilih sel dengan unit terkecil pada tanda (-) yaitu pada rute Ibu Yuli dengan tujuan Desa Kintamani sebesar 81.974 kg. Sel dengan tanda (+) menandakan penambahan beban distribusi, sedangkan tanda (-) menandakan pengurangan beban distribusi. Dari hasil revisi sel kosong rute Ibu Yuli dengan tujuan Gunung Kunyit pada Tabel 14 menghasilkan rute baru Ibu Yuli dengan tujuan Kintamani seperti pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Revisi Sel Kosong Rute Ibu Yuli dengan Tujuan Gunung Kunyit Menjadi Rute Baru Ibu Yuli dengan Tujuan Desa Kintamani

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran jeruk per periode
	Sukawana	Gunung Kunyit	Kintamani	
Ibu AA	(192) 52.409	(359)	(C)	52.409
Pak BB	(154) 82.480	(313)	X_{13} (C)	82.480
Pak CC	(237) 29.457	(369)	X_{23} (C)	29.457
Ibu DD	(87) 135.654	(-97) 81.974	(+202)	217.628
Pak EE	(C) X_{51}	(195) 36.892	(356)	36.892
Pak FF	(C) X_{61}	(+70) 81.134	(-138) 96.653	177.787
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) 53.347	53.347
Jumlah permintaan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000

Sumber: Data diolah (2019)

Revisi menghasilkan sel kosong baru dengan rute Ibu Yuli tujuan Desa Kintamani, selanjutnya dilakukan lagi evaluasi apakah terdapat nilai negatif pada rute tersebut.

Evaluasi biaya pada sel kosong revisi = $202 - 138 + 70 - 97 = 37$.

Setelah dilakukan evaluasi, ternyata hasil yang diperoleh tidak negatif untuk rute Ibu Yuli tujuan Desa Gunung Kunyit. Setelah semua hasil evaluasi biaya bernilai positif, maka dapat dibentuk solusi optimal metode transportasi petani jeruk kintamani seperti Tabel 16.

Berdasarkan Tabel 16 diperoleh total biaya (Rp) yang optimal yaitu:

Sel Ibu AA dengan tujuan Sukawana,
 $(192 \times 52.409) = 10.062.530$.

Sel Pak BB dengan tujuan Sukawana,
 $(154 \times 82.480) = 12.701.920$

Sel Pak CC dengan tujuan Sukawana,

$$(237 \times 29.457) = 6.981.309$$

Sel Ibu DD dengan tujuan Sukawana,

$$(87 \times 135.654) = 11.801.900$$

Sel Ibu DD dengan tujuan Gunung Kunist,

$$(97 \times 81.974) = 7.951.478$$

Sel Pak EE dengan tujuan Gunung Kunist,

$$(195 \times 36.892) = 7.193.940$$

Sel Pak FF dengan tujuan Gunung Kunist,

$$(70 \times 96.653) = 5.679.380$$

Sel Pak FF dengan tujuan Kintamani,

$$(138 \times 96.653) = 13.338.110$$

Jumlah total biaya yang optimal =

$$\text{Rp}75.710.570$$

Tabel 16. Solusi Optimal Metode Transportasi Petani Jeruk Kintamani

Sumber	Tujuan			Jumlah penawaran
	Sukawana	Gunung Kunist	Kintamani	
Ibu AA	(192) 52.409	(359)	(C) X_{13}	52.409
Pak BB	(154) 82.480	(313)	(C) X_{23}	82.480
Pak CC	(237) 29.457	(369)	(C) X_{33}	29.457
Ibu DD	(87) 135.654	(97) 81.974	(202)	217.628
Pak EE	(C) X_{51}	(195) 36.892	(356)	36.892
Pak FF	(C) X_{61}	(70) 81.134	(138) 96.653	177.787
Dummy	(0) X_{71}	(0) X_{72}	(0) 53.347	53.347
Kebutuhan tujuan per periode	300.000	200.000	150.000	650.000

Sumber: Data diolah (2019)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan bahwa biaya minimum dengan menggunakan *Vogell's approximation method* dan uji optimal *stepping stone* dari enam petani jeruk kintamani ke tiga desa tujuan pengiriman menghasilkan biaya sebesar 75.710.570 rupiah. Biaya tersebut lebih minimum dari pada biaya yang harus dikeluarkan petani jeruk kintamani sebelum menggunakan *Vogell's approximation method* dan uji optimal *stepping stone* yaitu sebesar 85.338.161 rupiah. Dengan kata lain, terjadi penghematan biaya pendistribusian jeruk kintamani sebesar 11,28% atau sekitar 9.627.591 rupiah.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Dianjurkan kepada petani jeruk kintamani anggota koperasi XYZ agar menggunakan metode *Vogell's approximation method* dan uji optimal *stepping stone* dalam melakukan pendistribusian jeruk kintamani ke desa tujuan agar dapat menghemat biaya pendistribusian.
2. Untuk mempercepat dan mempermudah dalam melakukan perhitungan, peneliti merekomendasikan untuk menggunakan *Software POM-QM for Windows 5*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhyani, I. W., 2017. Mengoptimalkan Distribusi Pakan Ternak Dengan Menggunakan Metode Transportasi. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, Volume 1, No. 2, pp. 95-100.
- Haming, M., Ramlawati, Suriyanti & Imaduddin, 2017. *Operation Research Teknik Pengambilan Keputusan Optimal*. 1 ed. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Horngren, C. T., Datar, S. M. & Rajan, M. V., 2012. *Cost Accounting*. 14 ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kementerian Pertanian, 2015. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Jeruk*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2015.
- Nelwan, Kekenusa dan Langi, 2013. Optimasi Pendistribusian Air Dengan Menggunakan Metode Least Cost Dan Metode Modified Distribution. *Jurnal Ilmiah Sains*, Volume 13, No. 1, pp. 45-51.
- Siang, J. J., 2014. *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. 2 ed. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Siswanto, 2007. *Operation Research jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Taha, H. A., 1997. *Riset Operasi*. Tangerang: Binarupa Aksara.