



Optimasi Biaya Distribusi Beras Pada Perum Bulog Kanwil Maluku dan Maluku Utara Menggunakan Metode Sumathi- Sathiya dan Karagul-Sahin *Approximation Method*

Ellyn T. Lekatompessy¹, Francis Y. Rumlawang² Dorteus. L. Rahakbauw³

^{1,2}Prodi Matematika, FMIPA Universitas Pattimura

¹ellyntherezia109@gmail.com

³dorteus.rahakbauw@lecturer.unpatti.ac.id

Corresponding author email: ²rumlawang@gmail.com

Abstract: Food is a basic need for humans to be met at all times, especially the rice. Food is often identified with rice because this type of food is the main staple food. Based on data from the United States Department of Agriculture (USDA), Indonesia is one of the Asian countries that consumes the most rice. Perum BULOG has the task of assisting the government through processing, distribution supplies and controlling rice prices. The distribution of RASKIN is carried out by Perum BULOG in each sub-district. To obtain optimal costs for distributing RASKIN, from the research results of the Sumathi-sathiya method and Karagul Sahin Approximation Method as an initial solution, it turns out that the Sumathi-Sathiya method has the most optimal cost, While Rp. 1,069,845,722,- rather than Karagul Sahin Approximation Method.

Keywords: Food, RASKIN, Perum BULOG, Sumathi-Sathiya method, Karagul Sahin Approximation Method

Abstrak: Pangan merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi setiap saat, terutama seperti padi. Pangan sering diidentikkan dengan beras karena jenis pangan ini merupakan makanan pokok utama. Berdasarkan data United States Department Of Agriculture (USDA) Indonesia adalah salah satu Negara asia yang paling banyak mengkonsumsi beras. Perum BULOG mempunyai tugas membantu pemerintah melalui pengolahan, persediaan distribusi dan pengendalian harga beras. Pendistribusian RASKIN dilakukan oleh Perum BULOG pada tiap-tiap kecamatan. Untuk memperoleh biaya optimal dalam pendistribusian RASKIN maka Dari hasil penelitian metode Sumathi-sathiya dan Karagul Sahin Approximation Method sebagai solusi awal, ternyata metode Sumathi-Sathiya memiliki biaya yang paling optimal yaitu sebesar Rp. 1.069.845.722,- daripada Karagul Sahin Approximation Method.

Kata kunci: Pangan, RASKIN, Perum BULOG, metode Sumathi-Sathiya, *Karagul Sahin Approximation Method*

I. PENDAHULUAN

Menjalani kehidupan sehari-hari, masyarakat harus memenuhi kebutuhannya. Salah satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan oleh masyarakat adalah kebutuhan pangan. Pangan merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi setiap saat, terutama seperti padi. Salah satu aspek penting dalam mewujudkan ketahanan pangan yaitu dengan penyediaan pangan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan bagi masyarakat khususnya rumah tangga dan perseorangan secara berkelanjutan.

Pangan sering diidentikkan dengan beras karena jenis pangan ini merupakan makanan pokok utama. 98% penduduk Indonesia mengonsumsi beras sebagai makanan pokok (Riyadi, 2002). Berdasarkan data *United States Department Of Agriculture (USDA)* Indonesia adalah salah satu Negara asia yang paling banyak mengkonsumsi beras. Beras termasuk dalam kebutuhan pangan hasil pertanian mengingat beras sangat berpengaruh terhadap kepentingan hajat hidup orang banyak sehingga terus mengalami kenaikan karena adanya penambahan penduduk di setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan kesenjangan dan berdampak pada meningkatnya kemiskinan, karena setiap orang Indonesia membutuhkan rata-rata 130 kilogram beras per tahun (Rudi Purwanto, 2009).

Program mensejahterakan rakyat merupakan upaya pemerintah Indonesia dalam mengatasi kesenjangan dan kemiskinan. Salah satunya yaitu kebijakan mengenai pembagian beras miskin



(RASKIN) yang juga disebut Beras Sejahtera (RASTRA) yang bertujuan untuk membantu terpenuhinya kebutuhan pangan masyarakat.

Perum BULOG mempunyai tugas membantu pemerintah melalui pengolahan, persediaan distribusi dan pengendalian harga beras. Pendistribusian RASKIN dilakukan oleh Perum BULOG pada tiap-tiap kecamatan. Salah satunya adalah Perum BULOG Kanwil Maluku dan Maluku Utara yang memiliki 3 gudang serta melakukan pendistribusian pada 8 kecamatan. Proses distribusi RASKIN ke berbagai daerah merupakan sebagian dari operasional, yang membutuhkan biaya transportasi. Untuk itu diperlukan perancangan yang matang agar biaya transportasi yang dikeluarkan seefisien mungkin dan tidak menjadi persoalan yang dapat menguras biaya yang besar. Masalah distribusi untuk suatu barang atau produk dari sumber ke tujuan disebut masalah transportasi. Tujuan dari adanya penyelesaian masalah transportasi ini adalah memaksimalkan keuntungan yang diperoleh. Pengalokasian suatu produk harus diatur dengan sebaik mungkin, karena dalam proses pengiriman akan timbul perbedaan biaya alokasi dari setiap sumber ke tujuan.

Pada penelitian sebelumnya, ada banyak metode yang dapat dipergunakan dalam menyelesaikan masalah alokasi barang dari sumber ke tempat tujuan. Beberapa metode sebelumnya ada Metode *Least Cost*, *North West Corner* dan Aproksimasi Vogel.

Pada tahun 2019, dua orang ilmuwan dari India melakukan penelitian untuk menemukan metode pembaruan yang tepat dalam menyelesaikan masalah transportasi yang diberi nama dengan Metode Sumathi-Sathiya. Kata Sumathi-Sathiya diambil dari nama penulis jurnal. Kemudian pada tahun 2020, Kenan Karagul dan Yusuf Sahin juga melakukan penelitian di bidang riset operasi terkait biaya pengiriman untuk menemukan solusi layak awal yang optimum. Metode baru yang diteliti oleh Kenan Karagul dan Yusuf Sahin diberi nama *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh perbandingan biaya minimum distribusi RASKIN menggunakan metode Sumathi-Sathiya dan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) dan memperoleh hasil optimal biaya distribusi RASKIN menggunakan metode *Stepping-Stone*.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Tipe Penelitian

Tipe penelitian penelitian dengan studi kasus yaitu membandingkan biaya distribusi dengan menggunakan Metode Sumathi-Sathiya dan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) untuk mengoptimalkan biaya distribusi beras miskin (RASKIN) pada Perum Bulog Kanwil Maluku dan Maluku Utara.

2.2 Metode Sumathi-Sathiya

Metode Sumathi-Sathiya merupakan metode tidak langsung untuk mendapatkan solusi layak awal. Untuk menemukan biaya pengiriman yang minimum dari masalah transportasi dengan memilih nilai biaya minimum pada setiap baris dan kolom dengan tujuan mendapatkan solusi layak awal. Nama metode Sumathi-Sathiya ini diambil dari nama penulis jurnal yang membuat metode, yaitu P.Sumathi dan C.V. Sathiya Bama.

Adapun langkah-langkah menyelesaikan masalah transportasi dengan metode Sumathi-Sathiya adalah sebagai berikut

1. Membuat tabel transportasi dari masalah yang ada
2. Periksa apakah jumlah persediaan sama dengan jumlah permintaan $\sum S_i = \sum D_j$, jika seimbang maka lanjutkan pada langkah selanjutnya. Jika jumlah persediaan tidak sama dengan jumlah



- permintaan ($\sum S_i \neq \sum D_j$) maka tambahkan *dummy* pada baris atau kolom dengan biaya transportasi 0.
3. Jumlahkan nilai total untuk setiap baris dan kolom kemudian letakkan di sisi tabel.
 4. Pilih jumlah total terkecil sesuaikan baris dan kolom kemudian simpan di samping nilai yang ditempatkan.
 5. Periksa apakah jumlah total dan sel dengan biaya terkecil bernilai tunggal atau tidak, jika tunggal maka lanjutkan pada langkah selanjutnya. Jika tidak tunggal maka hitung selisih *demand* dan *supply* kemudian pilih jumlah dan sel biaya yang memiliki selisih paling minimum.
 6. Alokasikan sel biaya terkecil dengan memaksimalkan biaya alokasi yang memungkinkan.
 7. Pilih X_{ij} (biaya terkecil dari sel kosong) dan Y_{ij} (biaya dari alokasi maksimum yang ditempati).
 8. Perhatikan nilai biaya X_{ij} dan Y_{ij} . Jika nilai biaya $X_{ij} < Y_{ij}$, maka tukarkan nilai X_{ij} ke nilai Y_{ij} .
 9. Jika nilai $X_{ij} > Y_{ij}$, maka pilih nilai maksimum berikutnya yang memenuhi $X_{ij} < Y_{ij}$.
 10. Tentukan biaya transportasi menggunakan persamaan persamaan fungsi tujuan.
 11. Tentukan solusi layak awal.

2.3 Karagul-Sahin Approximation Method

Karagul-Sahin *Approximation Method* (KSAM) untuk menemukan solusi awal pada masalah transportasi. Menurut Karagul dan Sahin (2020) Solusi yang diperoleh dengan metode yang diusulkan sama bagusnya dengan solusi yang diperoleh dengan Pendekatan Vogel dan waktu penyelesaian secepat Metode *Northwest Corner*.

Mencapai solusi awal yang efektif untuk masalah transportasi juga akan mengurangi waktu untuk mencapai solusi optimal dengan metode *Stepping Stone*.

Adapun langkah-langkah menyelesaikan masalah transportasi dengan Karagul-Sahin *Approximation Method* adalah sebagai berikut

1. Membuat tabel masalah transportasi.
2. Periksa apakah jumlah persediaan sama dengan jumlah permintaan ($\sum S_i = \sum D_j$), jika seimbang maka lanjutkan pada langkah selanjutnya. Jika jumlah persediaan barang tidak sama dengan jumlah permintaan barang ($\sum S_i \neq \sum D_j$) maka baris atau kolom tambahan atau *dummy* dengan biaya transportasi 0.
3. Hitung nilai r_{ij} (PDM) dan r_{ji} (PSM) untuk matriks A(WCD) dan Matriks B(WCS).
4. Hitung biaya matriks transportasi dengan mengalikan r_{ij} dan r_{ji} dengan nilai biaya sehingga akan membentuk matriks A (WCD) dan B (WCS).
5. Pengalokasian dimulai dari biaya terkecil dalam matriks WCD dan WCS, dengan mempertimbangkan permintaan dan persediaan yang dimiliki.
6. Jika permintaan dan persediaan sudah terpenuhi semua, maka selesaikan algoritma. Jika belum, maka ulangi kembali ke langkah 3.
7. Bandingkan nilai solusi dari matriks A (WCD) dan matriks B (WCS), kemudian pilih solusi yang lebih kecil sebagai solusi layak awal.

2.4 Metode Stepping-Stone

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



Menurut Jay Heizer dan Barry Reinder (2005), langkah-langkah pengujian metode *stepping stone* dilakukan sebagai berikut:

- Pilihlah kotak manapun yang tidak terpakai untuk dievaluasi.
- Dimulai dari kotak ini, 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). Walaupun demikian, boleh melangkahi kotak manapun baik kosong ataupun berisi.
- 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.
- Hitunglah indeks perbaikan dengan cara: pertama, menambahkan biaya unit yang ditemukan pada setiap kotak yang berisi tanda plus, dan kemudiandilanjutkan dengan mengurangi biaya unit pada setiap kotak berisi tanda minus.
- Ulangi langkah a hingga d sampai semua indeks perbaikan untuk semua kotakyang tidak terpakai sudah dihitung Gudang 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.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Penelitian

permintaan data sesuai dengan kebutuhan pada penelitian yang dilakukan, data-data tersebut dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Penyaluran RASKIN ke Titik Distribusi

NO	Titik Distribusi	Jumlah Permintaan Beras (Kg/Tahun)
1.	Kec. Nusaniwe	509.940
2.	Kec. Sirimau	523.440
3.	Kec. Leitimur Selatan	137.700
4.	Kec. Teluk Ambon	389.880
5.	Kec. Ambon Baguala	264.060
6.	Kec. Salahutu	447.720
7.	Kec. Leihitu	654.120
8.	Kec. Leihitu Barat	255.600

Tabel 2. Persediaan RASKIN Tiap Gudang

NO.	Gudang	Lokasi	Total Persediaan Beras (Kg)
1.	Gudang Salobar	Air Salobar	1.332.634
2.	Gudang Halong	Halong	1.461.624
3.	Gudang Tulehu	Tulehu	825.795

Tabel 3. Tarif Angkut dari Gudang ke Titik Distribusi

Dari /Ke	Tujuan							
	K. NS	K. SR	K. LS	K. TA	K. AB	K. SH	K. LH	K. LB
Gudang Salobar	330	332	345	340	340	350	355	355
Gudang Halong	340	335	348	338	330	345	352	352
Gudang Tulehu	350	345	350	345	340	331	358	358

Keterangan:

K.NS : Kecamatan Nusaniwe

K. SR : Kecamatan Sirimau

K. LS : Kecamatan Leitimur Selatan



K. TA : Kecamatan Timur Ambon

K. AB : Kecamatan Ambon Baguala

K. SH : Kecamatan Salahutu

K. LH : Kecamatan Leihitu

K. LB : Kecamatan Leihitu Barat

Data-data yang diperoleh diformulasikan dalam bentuk umum masalah transportasi sebagai berikut.

Minimumkan Biaya Distribusi :

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

$$\begin{aligned} Z = & 330X_{11} + 332X_{12} + 345X_{13} + 340X_{14} + 340X_{15} + 350X_{16} \\ & + 355X_{17} + 355X_{18} + 340X_{21} + 335X_{22} + 348X_{23} + 338X_{24} \\ & + 330X_{25} + 345X_{26} + 352X_{27} + 352X_{28} + 350X_{31} + 345X_{32} \\ & + 350X_{33} + 345X_{34} + 340X_{35} + 331X_{36} + 358X_{37} + 358X_{38} \end{aligned}$$

Dengan batasan:

Penawaran:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} \leq 1.332.634$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} \leq 1.461.624$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} \leq 825.795$$

Permintaan:

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} \geq 509.940$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} \geq 523.440$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} \geq 137.700$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} \geq 389.880$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} \geq 264.060$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} \geq 447.720$$

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} \geq 654.120$$

$$X_{18} + X_{28} + X_{38} \geq 255.600$$

3.2. Perbandingan total biaya minimum distribusi beras RASKIN dengan menggunakan metode Sumathi-Sathiya dan Karagul Sahin Approximation Method sebagai solusi awal

Dalam penelitian ini masalah yang ditemukan yaitu masalah tidak seimbang $\sum a_i > \sum b_j$. Sehingga perlu ditambahkan kolom *dummy* untuk membuat masalah transportasi tidak seimbang menjadi masalah yang seimbang.

Metode Sumathi-Sathiya

Data dimasukkan ke dalam matriks transportasi dan ditambahkan kolom *dummy* membentuk tabel awal sebagai berikut.

Tabel 4. Tabel Awal Metode Transportasi Untuk Metode Sumathi-Sathiya



Untuk metode Sumathi-Sathiya, penyelesaian akan dimulai dengan memilih nilai total terkecil dari

Dari /Ke	Tujuan								Dummy	Supply
	K. NS	K. SR	K. LS	K. TA	K. AB	K. SH	K. LH	K. LB		
Gudang Salobar	330	332	345	340	340	350	355	355	0	1.332.634
Gudang Halong	340	335	348	338	330	345	352	352	0	1.461.624
Gudang Tulehu	350	345	350	345	340	331	358	358	0	825.795
<i>Demand</i>	509.940	523.440	137.700	389.880	264.060	447.720	654.120	255.600	437.593	3.620.053

nilai total setiap baris dan kolom.

persamaan fungsi tujuan :

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\begin{aligned} Z &= 330 (509.940) + 332 (523.440) + 345 (137.700) + 355 (161.554) \\ &\quad + 338 (389.880) + 330 (264.060) + 345 (59.518) + 335 (492.556) \\ &\quad + 352 (255.600) + 331 (388.202) + 0 (437.593) \\ &= 1.069.845.722 \end{aligned}$$

Karagul Sahin Approximation Method

Data dimasukkan ke dalam matriks transportasi dan ditambahkan kolom *dummy* membentuk tabel awal sebagai berikut.

Tabel 5. Tabel Awal *Karagul Sahin Approximation Method*

Dari /Ke	Tujuan								Dummy	Supply
	K. NS	K. SR	K. LS	K. TA	K. AB	K. SH	K. LH	K. LB		
Gudang Salobar	330	332	345	340	340	350	355	355	0	1.332.634
Gudang Halong	340	335	348	338	330	345	352	352	0	1.461.624
Gudang Tulehu	350	345	350	345	340	331	358	358	0	825.795
<i>Demand</i>	509.940	523.440	137.700	389.880	264.060	447.720	654.120	255.600	437.593	3.620.053

Untuk *Karagul Sahin Approximation Method*, penyelesaian akan dimulai dengan menghitung nilai r_{ij} (PDM) dan r_{ji} (PSM).

a. menghitung nilai r_{ij} (PDM)

$$\frac{d_1}{s_1} = \frac{509.940}{1.332.634} = 0,382656$$

$$\frac{d_2}{s_1} = \frac{523.440}{1.332.634} = 0,392786$$

$$\frac{d_3}{s_1} = \frac{137.700}{1.332.634} = 0,103329$$

$$\frac{d_4}{s_1} = \frac{389.880}{1.332.634} = 0,292563$$



$$\begin{aligned} \frac{d_5}{s_1} &= \frac{264.060}{1.332.634} = 0,198149 \\ \frac{d_6}{s_1} &= \frac{447.720}{1.332.634} = 0,335966 \\ \frac{d_7}{s_1} &= \frac{654.120}{1.332.634} = 0,490847 \\ \frac{d_8}{s_1} &= \frac{255.600}{1.332.634} = 0,191801 \\ \frac{d_9}{s_1} &= \frac{437.593}{1.332.634} = 0,328367 \\ \frac{d_1}{s_2} &= \frac{509.940}{1.461.624} = 0,348886 \\ \frac{d_2}{s_2} &= \frac{523.440}{1.461.624} = 0,358122 \\ \frac{d_3}{s_2} &= \frac{137.700}{1.461.624} = 0,09421 \\ \frac{d_4}{s_2} &= \frac{389.880}{1.461.624} = 0,266744 \\ \frac{d_5}{s_2} &= \frac{264.060}{1.461.624} = 0,180662 \\ \frac{d_6}{s_2} &= \frac{447.720}{1.461.624} = 0,306317 \\ \frac{d_7}{s_2} &= \frac{654.120}{1.461.624} = 0,490847 \\ \frac{d_8}{s_2} &= \frac{255.600}{1.461.624} = 0,191801 \\ \frac{d_9}{s_2} &= \frac{437.593}{1.461.624} = 0,299388 \\ \frac{d_1}{s_3} &= \frac{509.940}{825.795} = 0,617514 \\ \frac{d_2}{s_3} &= \frac{523.440}{825.795} = 0,633862 \\ \frac{d_3}{s_3} &= \frac{137.700}{825.795} = 0,166271 \\ \frac{d_4}{s_3} &= \frac{389.880}{825.795} = 0,472141 \\ \frac{d_5}{s_3} &= \frac{264.060}{825.795} = 0,319765 \\ \frac{d_6}{s_3} &= \frac{447.720}{825.795} = 0,542168 \\ \frac{d_7}{s_3} &= \frac{654.120}{825.795} = 0,792109 \\ \frac{d_8}{s_3} &= \frac{255.600}{825.795} = 0,30952 \\ \frac{d_9}{s_3} &= \frac{437.593}{825.795} = 0,529905 \end{aligned}$$

Selanjutnya, dari perhitungan r_{ij} maka dibentuklah Tabel 4.15 berdasarkan nilai r_{ij} yang sudah didapatkan.

Tabel 6. r_{ij} Matriks Permintaan Proposional (PDM)

Dari /Ke	Tujuan									Supply
	K. NS	K. SR	K. LS	K. TA	K. AB	K. SH	K. LH	K. LB	Dummy	
Gudang Salobar	330	332	345	340	340	350	355	355	0	1.332.634
Gudang Halong	0.382625	0.392786	0.103329	0.292563	0.198149	0.335966	0.490847	0.191801	0.328367	1.461.624
	340	335	348	338	330	345	352	352	0	
	0.348886	0.358122	0.09421	0.266744	0.180662	0.306317	0.44753	0.174874	0.299388	



Gudang	350	345	350	345	340	331	358	358	0	825.795
Tulehu	0.617514	0.633862	0.166748	0.472127	0.319765	0.542168	0.792109	0.30952	0.529905	
<i>Demand</i>	509.940	523.440	137.700	389.880	264.060	447.720	654.120	255.600	437.593	3.620.053

b. menghitung nilai r_{ji} (PSM)

$$\frac{s_1}{d_1} = \frac{1.332.634}{509.940} = 2,613315$$

$$\frac{s_2}{d_1} = \frac{1.461.624}{509.940} = 2,866267$$

$$\frac{s_3}{d_1} = \frac{825.795}{509.940} = 1,619396$$

$$\frac{s_1}{d_2} = \frac{1.332.634}{523.440} = 2,545915$$

$$\frac{s_2}{d_2} = \frac{1.461.624}{523.440} = 2,792343$$

$$\frac{s_3}{d_2} = \frac{825.795}{523.440} = 1,577631$$

$$\frac{s_1}{d_3} = \frac{1.332.634}{137.700} = 9,677807$$

$$\frac{s_2}{d_3} = \frac{1.461.642}{137.700} = 10,61455$$

$$\frac{s_3}{d_3} = \frac{825.795}{137.700} = 5,997059$$

$$\frac{s_1}{d_4} = \frac{1.332.634}{389.880} = 3,418062$$

$$\frac{s_2}{d_4} = \frac{1.461.624}{389.880} = 3,748907$$

$$\frac{s_3}{d_4} = \frac{825.795}{389.880} = 2,118075$$

$$\frac{s_1}{d_5} = \frac{1.332.634}{264.060} = 5,046709$$

$$\frac{s_2}{d_5} = \frac{1.461.624}{264.060} = 5,535197$$

$$\frac{s_3}{d_5} = \frac{825.795}{264.060} = 3,127301$$

$$\frac{s_1}{d_6} = \frac{1.332.634}{447.720} = 2,97649$$

$$\frac{s_2}{d_6} = \frac{1.461.624}{447.720} = 3,264594$$

$$\frac{s_3}{d_6} = \frac{825.795}{447.720} = 1,844445$$

$$\frac{s_1}{d_7} = \frac{1.332.634}{654.120} = 2,037293$$

$$\frac{s_2}{d_7} = \frac{1.461.624}{654.120} = 2,234489$$

$$\frac{s_3}{d_7} = \frac{825.795}{654.120} = 1,262452$$

$$\frac{s_1}{d_8} = \frac{1.332.634}{255.600} = 5,213748$$

$$\frac{s_2}{d_8} = \frac{1.461.624}{255.600} = 5,718404$$

$$\frac{s_3}{d_8} = \frac{825.795}{255.600} = 3,23081$$

$$\frac{s_1}{d_9} = \frac{1.332.634}{437.593} = 3,045373$$

$$\frac{s_2}{d_9} = \frac{1.461.624}{437.593} = 3,340145$$

$$\frac{s_3}{d_9} = \frac{825.795}{437.593} = 1,887111$$



$$\frac{s_3}{d_9} = \frac{825.795}{437.593} = 1,88713$$

Selanjutnya, dari perhitungan r_{ji} maka dibentuklah Tabel 4.16 berdasarkan nilai r_{ji} yang sudah didapatkan.

Tabel 7. r_{ji} Matriks persediaan Proposional (PSM)

Dari /Ke	Tujuan									Dummy	Supply
	K. NS	K. SR	K. LS	K. TA	K. AB	K. SH	K. LH	K. LB			
Gudang Salobar	330	332	345	340	340	350	355	355	0	1.332.634	
Gudang Halong	2.613315	2.545915	9.677807	3.418062	5.046709	2.97649	2.037293	5.213748	3.045373	1.461.624	
Gudang Tulehu	340	335	348	338	330	345	352	352	0	825.795	
Demand	2.866267	2.792343	10.61455	3.748907	5.535197	3.264594	2.234489	5.718404	3.340145	1.88713	
	350	345	350	345	340	331	358	358	0	3.620.053	
	1.619396	1.577631	5.997059	2.118075	3.127301	1.844445	1.262452	3.23081	1.88713		
	509.940	523.440	137.700	389.880	264.060	447.720	654.120	255.600	437.593		

Selanjutnya, memilih biaya terkecil dalam matriks Permintaan (A) WCD dan mengalokasikan dengan mempertimbangkan batasan permintaan dan persediaan yang terkecil.

persamaan fungsi tujuan :

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\begin{aligned} Z &= 330 (509.940) + 332 (523.440) + 350 (33.336) + 355 (265.918) \\ &\quad + 348 (137.700) + 338 (389.880) + 330 (264.060) + 345 (414.384) \\ &\quad + 352 (255.600) + 358 (388.202) + 0 (437.593) \\ &= 1.086.879.606 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya distribusi biaya distribusi dari kedua metode diatas diperoleh bahwa metode yang paling mendekati pengoptimalan biaya transportasi adalah Metode Sumathi-Sathiya.

3.3. Menghitung Solusi Akhir Untuk Mengetahui Hasil Optimal Biaya Distribusi RASKIN dengan Menggunakan Metode Stepping-Stone.

Karena metode Sumathi-Sathiya yang mendekati biaya optimal, maka metode Sumathi-Sathiya yang akan digunakan untuk evaluasi dengan metode *Stepping-Stone*.

Persamaan fungsi tujuan :

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\begin{aligned} Z &= 330 (509.940) + 332 (523.440) + 345 (137.700) + 355 (102.036) + 0 (59.518) \\ &\quad + 338 (389.880) + 330 (264.060) + 335 (552.074) + 331 (447.720) \\ &\quad + 0 (378.075) \\ &= 977.850.910 \end{aligned}$$

Dengan demikian, masalah distribusi beras RASKIN pada perum BULOG Kanwil Maluku dan Maluku Utara telah diperoleh hasil yang optimal dengan total biaya minimum sebesar Rp. 977.850.910,-

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka kesimpulan yang didapat yaitu:



1. Dari hasil perhitungan metode Sumathi-sathiya dan *Karagul Sahin Approximation Method* sebagai solusi awal, ternyata metode Sumathi-Sathiya memiliki biaya yang paling optimal yaitu sebesar Rp. 1.069.845.722,- daripada *Karagul Sahin Approximation Method*.
2. Hasil optimal biaya distribusi beras RASKIN pada Perum Bulog Kanwil Maluku dan Maluku Utara dengan perhitungan solusi akhir menggunakan metode *Stepping-Stone* yaitu sebesar Rp. 977.850.910,-

REFERENSI

1. Gowasa, I. (2015). Implementasi Program Raskin Untuk Membantu Perekonomian Masyarakat Miskin Di Kecamatan Tanah Masa Kabupaten Nias Selatan (*Doctoral dissertation, Universitas Medan Area*). <https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/20951/1/118520018%20-%20Ingati%20Gowasa%20-%20Fulltext.pdf>.
2. Hadi, M., & Aminah, A. (2015). Uji Keoptimalan Metode KSAM untuk Menyelesaikan Solusi Awal Masalah Transportasi, *Jurnal Sains dan Matematika.*, Vol. 3., No. 3., hlm. 54-57.
3. Maswarni, M., Hermawan & Kartono. (2019). Riset Operasi.
4. Muhtarulloh, F., Meirista, M., & Cahyandari, R. (2022). Penyelesaian Masalah Transportasi Menggunakan Metode Sumathi-Sathiya dan Metode Pendekatan Karagul-Sahin (KSAM). *Jurnal EurekaMatika.* Vol. 10., No. 1. <https://ejournal.upi.edu/index.php/JEM/article/download/45390/25746>.
5. Mujiono, dkk (2019). Optimalisasi Biaya Transportasi di Industri Manufaktur, *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Terapannya.* hlm. 157-161. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/1167/1046>.
6. Fauzi, R. N., dkk. (2022). Pengaruh Laju Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen*, Vol. 1., No. 1., hlm. 118–122. https://journal.unimaramni.ac.id/index.php/EBIS_MEN/article/view/85.
7. Purwanto R. (2009). Konsumen Beras Terbesar di Dunia. Available online: https://www.bbc.com/indonesia/laporan_khusus/2009/11/091126_rice_five#:~:text=Pakar%20agronomi%20Institut%20Pertanian%20Bogor,konsumen%20beras%20terbesar%20di%20dunia.
8. Ramdhani A. (2023). Pengertian Beras. Available online: <https://www.pinhome.id/blog/pengertian-beras-menurut-para-ahli/>
9. Riyadi, D. M. M. 2002. *Permasalahan dan Agenda Pengembangan Ketahanan Pangan:: Tekanan Penduduk, Degradasi Lingkungan dan Ketahanan Pangan.* Pusat Dalam : Prosiding Studi Pembangunan dan Proyek Koordinasi Kelembagaan Ketahanan Pangan
10. Sumathi, P., & Bama, C. S. (2019). An innovative route to acquire least cost in transportation problem. *Int. J. Eng. Adv. Technol.* Vol. 9., No. 1., hlm. 5368-5369.
11. Tastrawati Tari N K. (2015). Pemograman Linier: Model Transportasi. Available online: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/8781306a6b31b1ee68718864f00a1e7f.pdf.
12. Ulsa Alfian, R., dkk. (2023). Penerapan Metode Sumathi-Sathiya Dalam Penyelesaian Masalah Transportasi. *Jurnal Siger Matematika*, Vol. 4., No. 1., hlm. 29-36. <https://jsm.fmipa.unila.ac.id/index.php/jsm/article/view/36/38>.