



Penyelesaian Masalah Transportasi Menggunakan Metode Sumathi-Sathiya dan Metode Pendekatan Karagul-Sahin (KSAM)

Fahrudin Muhtarulloh*, Meirista, Rini Cahyandari

Prodi Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Indonesia

*Correspondence: E-mail: fahrudin.math@uinsgd.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang penyelesaian masalah transportasi dengan membanding dua metode yang berbeda untuk kasus minimasi yaitu metode Sumathi-Sathiya dan *Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM)* yang bertujuan untuk mengetahui metode mana yang mendapatkan biaya transportasi paling minimum. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan data seimbang atau tidak seimbang. Untuk data tidak seimbang harus menambahkan baris atau kolom *dummy* sehingga data menjadi seimbang. Metode Sumathi-Sathiya dimulai dengan memilih total terkecil dari baris dan kolom, kemudian dialokasikan permintaan sesuai dengan persediaan yang tersedia. Sedangkan untuk KSAM, dimulai dengan cakupan rasio permintaan, persediaan, serta biaya pengiriman terkecil sampai mendapatkan solusi layak awal, kemudian dipilih matriks yang memiliki hasil biaya transportasi terkecil. Berdasarkan simulasi 100 data, diperoleh hasil bahwa untuk 52 data, KSAM lebih optimal dibandingkan Metode Sumathi-Sathiya. Sedangkan untuk 48 data lainnya, Metode Sumathi-Sathiya lebih optimal dibandingkan KSAM, dengan jumlah iterasi beragam.

© 2022 Kantor Jurnal dan Publikasi UPI

ABSTRACT

This study discusses solving transportation problems by comparing two different methods for the minimization case, namely the Sumathi-Sathiya method and the Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM). The first step is to determine whether the data is balanced or unbalanced. For unbalanced data, dummy rows or columns were added to make the data balanced. The Sumathi-Sathiya method starts by selecting the smallest total of the row and column then allocated the demand according to the available supply. As for KSAM, it starts with the smallest cost of scope of the ratio of demand, supply, as well as shipping costs, then selected matrix that has the smallest transportation cost result. Based on simulation of 100 data, the result shows that for 52 data, KSAM is more optimal than the Sumathi-Sathiya Method. As for the other 48 data, the Sumathi-Sathiya Method is more optimal than KSAM, with a number of diverse iterations.

© 2022 Kantor Jurnal dan Publikasi UPI

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima 13 April 2022

Direvisi 1 Mei 2022

Disetujui 10 Mei 2022

Tersedia online 15 Mei 2022

Dipublikasikan 1 Juni 2022

Kata Kunci:

Karagul Sahin Approximation Method, Masalah Transportasi, Metode Sumathi-Sathiya.

Keywords:

Karagul Sahin Approximation Method, Sumathi-Sathiya Method, Transportation Problems.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dunia industri dan didukung dengan kemajuan di bidang komputer, riset operasi semakin sering diterapkan di berbagai bidang untuk menangani masalah yang kompleks. Riset Operasi adalah langkah-langkah, metode-metode maupun peralatan-peralatan dalam sebuah operasi agar didapat hasil yang optimal. Hasil optimal sendiri diperoleh menggunakan optimisasi yang merupakan bagian dari riset operasi. Salah satu masalah yang berkaitan dengan riset operasi dalam kasus optimalisasi adalah masalah transportasi (Barnhart et al., 2003).

Persaingan industri yang semakin ketat membuat manajemen perusahaan mencari cara terbaik untuk memanfaatkan sumber daya yang dimiliki supaya lebih optimal. Proses distribusi produk ke berbagai daerah merupakan sebagian dari operasional perusahaan, yang membutuhkan sejumlah biaya transportasi. Maswarni, dkk., dalam bukunya yang berjudul 'Riset Operasi' tahun 2019, mengungkapkan bahwa 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 dengan masalah transportasi. Tujuan dari adanya penyelesaian masalah transportasi ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh perusahaan, menghemat waktu pengerjaan dan meminimalkan biaya pengeluaran untuk pengiriman barang. Pengalokasian suatu produk harus diatur dengan sebaik mungkin, karena dalam proses pengiriman akan timbul perbedaan biaya alokasi dari setiap sumber ke tujuan (Raharjo & Wulan, 2017; Dili et al., 2021).

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. Berikutnya dikembangkan Metode *Russel's Approximation* (RAM) yang merupakan metode menyusun tabel awal dengan pendekatan selisih biaya transportasi yang terbesar antara biaya transportasi dari masing-masing sel dengan biaya transportasi yang terbesar dari masing-masing baris dan kolom pada sel (Pratiwi & Siregar, 2021). Pada tahun 2019, dua orang ilmuwan dari India melakukan penelitian untuk menemukan metode pembaruan yang tepat dalam mencari biaya pengiriman yang minimum dalam menyelesaikan masalah transportasi yang diberi nama dengan Metode Sumathi-Sathiya yang dirancang untuk mendapatkan solusi biaya pengiriman yang paling minimum dalam masalah transportasi sehingga perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang lebih besar (Sumathi & Bama, 2019). 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 yang dapat membantu perusahaan untuk mengurangi biaya pengiriman yang harus dikeluarkan perusahaan sehingga mendapatkan keuntungan yang maksimal. Metode baru yang diteliti oleh Kenan Karagul dan Yusuf Sahin diberi nama *Karagul-Sahin Aproximatin Method* (KSAM) (Karagul, 2020).

Perkembangan teknologi yang semakin maju mengakibatkan perusahaan-perusahaan lebih membutuhkan cara yang lebih praktis dalam menghitung biaya pengiriman serta keuntungan yang didapatkan, sehingga dalam penelitian ini Metode Sumathi-Sathiya dan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) akan dibuat dalam bentuk program pada aplikasi Python sehingga akan memudahkan perusahaan untuk mengubah data serta mengatur data yang akan diolah. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah i) menentukan solusi layak awal yang lebih minimum pada biaya pengiriman dalam masalah transportasi

dengan menggunakan Metode Sumathi-Sathiya dan Metode Pendekatan Karagul Sahin (KSAM), ii) membandingkan hasil solusi layak awal menggunakan Metode Sumathi-Sathiya dan Metode Pendekatan Karagul-Sahin (KSAM) yang mendapatkan biaya pengiriman paling minimum sehingga perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang maksimal.

2. METODOLOGI

Rumusan umum untuk menyelesaikan masalah transportasi adalah (Sari et al., 2013): Fungsi tujuan dinyatakan dengan persamaan (1) berikut :

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

dengan batasan:

Kapasitas sumber ke- i dinyatakan dengan persamaan (2) berikut:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = S_i, i = 1, 2, 3 \dots m \quad (2)$$

Kapasitas permintaan ke- j dinyatakan dengan persamaan (3) berikut:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = D_j, j = 1, 2, 3 \dots n \quad (3)$$

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

Keterangan :

Z = biaya transportasi keseluruhan

C_{ij} = biaya transportasi berdasarkan unit barang dari sumber ke tujuan

X_{ij} = banyaknya unit produk yang segera dikirim ke tujuan.

S_i = jumlah barang yang tersedia pada sumber i .

D_j = jumlah barang yang diminta pada tujuan ke j .

m = jumlah tempat pada tujuan j .

n = jumlah tempat sumber i .

2.1 Metode Sumathi-Sathiya

Pada awalnya Sumathi et al. (2008) mencoba memahami trend dari berbagai teknik spasial dan *data mining* serta terapannya. Kemudian Sumathi-Sathiya mengembangkan metode Sumathi-Sathiya yang merupakan metode tidak langsung untuk mendapatkan solusi layak awal. Metode Sumathi-Sathiya adalah metode pembaruan dari metode sebelumnya 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 diambil dari nama penulis jurnal yang membuat metode untuk mencari biaya pengiriman yang paling minimum (Sumathi & Bama, 2019).

Langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan metode Sumathi-Sathiya adalah sebagai berikut (Sumathi & Bama, 2019):

Langkah 1 Membuat tabel transportasi dari masalah yang diberikan.

- Langkah 2** Dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) 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.
- Langkah 3** Jumlahkan nilai total untuk setiap baris dan kolom kemudian letakan di sisi tabel.
- Langkah 4** Pilih jumlah total terkecil sesuai sel dengan biaya terkecil kemudian simpan disamping nilai yang ditempatkan.
- Langkah 5** Cek 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.
- Langkah 6** Alokasikan sel biaya terkecil dengan memaksimalkan biaya alokasi yang memungkinkan.
- Langkah 7** Pilih X_{ij} = biaya terkecil dari sel kosong, dan $Y_{ij} = C_{ij}$ dari biaya alokasi maksimum yang ditempati.
- Langkah 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} .
- Langkah 9** Jika nilai $X_{ij} > Y_{ij}$ maka pilih nilai maksimum berikutnya yang mana yang memenuhi $X_{ij} < Y_{ij}$.
- Langkah 10** Tentukan biaya transportasi menggunakan persamaan (1).
- Langkah 11** Temukan solusi layak awal.

Semua langkah tersebut dapat disajikan dalam diagram alur seperti pada Gambar 1.

2.2 Metode Pendekatan Karagul Sahin

Pendekatan Karagul Sahin (*Karagul Sahin Approximation Method*) merupakan metode yang diperkenalkan oleh Kenan Karagul dan Yusuf Sahin. Metode pendekatan Karagul Sahin adalah metode tidak langsung untuk mencari biaya pengiriman yang minimum dalam menyelesaikan masalah transportasi untuk menentukan solusi layak awal yang minimum. *Karagul Sahin Approximation Method* dimulai dengan menghitung cakupan rasio permintaan (r_{ij}), persediaan (r_{ji}) serta biaya pengiriman. Nilai r_{ij} dan r_{ji} yang diperoleh selanjutnya dikali dengan biaya pengiriman sehingga akan terbentuk dua matriks yang baru yaitu matrik A (WCD) dan B (WCS) yang digunakan untuk pengalokasian permintaan. Untuk mengalokasikan barang dari sumber ke tujuan dimulai dari sel yang memiliki jumlah permintaan dan persediaan terkecil. Penyelesaian masalah transportasi menggunakan metode pendekatan Karagul-Sahin ini akan menghasilkan dua solusi layak awal, namun hanya satu solusi yang diambil yaitu solusi yang memiliki biaya pengiriman paling minimum. Sehingga dilakukan perbandingan terlebih dahulu dari dua solusi layak awal yang dimiliki (Karagul, 2020).

Untuk mencari r_{ij} dan r_{ji} dapat dilakukan dengan persamaan (4, 5, 6) berikut:

$$r_{ij} = \frac{d_j}{s_i} \text{ atau } r_{ij} = \frac{b_j}{a_i} \quad i = 1,2,3, \dots, m \text{ dan } j = 1,2,3, \dots, n \quad (4)$$

$$r_{ji} = \frac{s_j}{d_i} \text{ atau } r_{ji} = \frac{a_j}{b_i} \quad j = 1,2,3, \dots, n \text{ dan } i = 1,2,3, \dots, m \quad (5)$$

$$r_{ij} * r_{ji} = 1 \quad (6)$$

Keterangan:

r_{ij} = *Proportional Demand Matrix*/ Matriks Permintaan Proporsional (PDM).

r_{ij} = *Proportional Supply Matrix*/ Matriks Persediaan Proporsional (PSM).

A = *Weighted Transportation Cost Matrix by Demand*/Matriks Biaya Transportasi menurut permintaan (WCD).

B = *Weighted Transportation Cost Matrix by Supply*/Matriks Biaya Transportasi menurut persediaan (WCS) (Karagul, 2020).

Langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan *Karagul Sahin Approximation Method* adalah sebagai berikut (Karagul, 2020):

Langkah 1 Membuat tabel masalah transportasi yang diberikan

Langkah 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.

Langkah 3 Hitung nilai r_{ij} (PDM) dan r_{ji} (PSM) untuk matriks A (WCD) dan Matriks B (WCS).

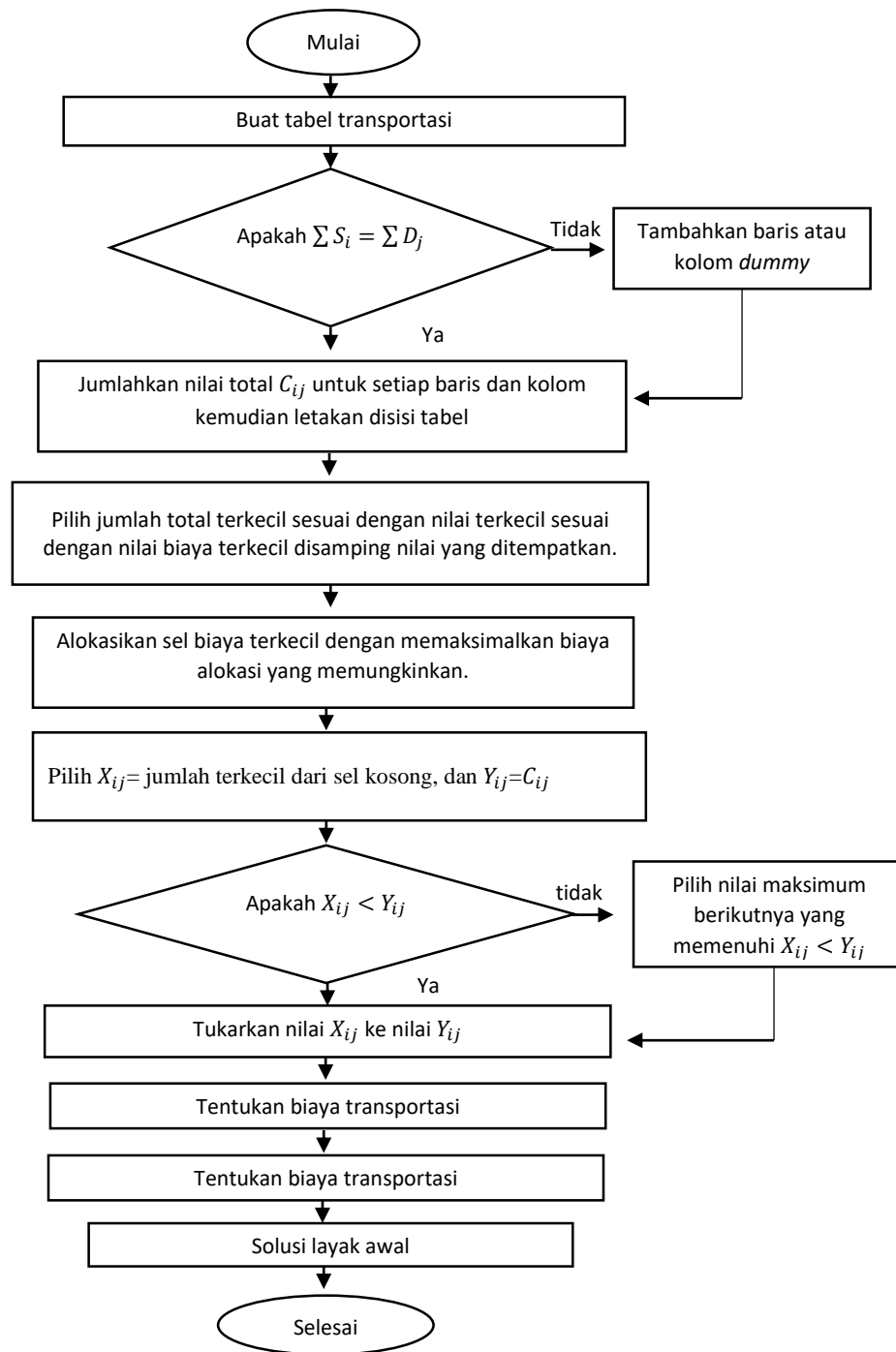
Langkah 4 Hitung biaya matriks transportasi dengan mengalikan r_{ij} dan r_{ji} dengan nilai biaya sehingga akan membentuk matriks A (WCD) dan B (WCS).

Langkah 5 Pengalokasian dimulai dari biaya terkecil dalam matriks WCD dan WCS, dengan mempertimbangkan permintaan dan persediaan yang dimiliki.

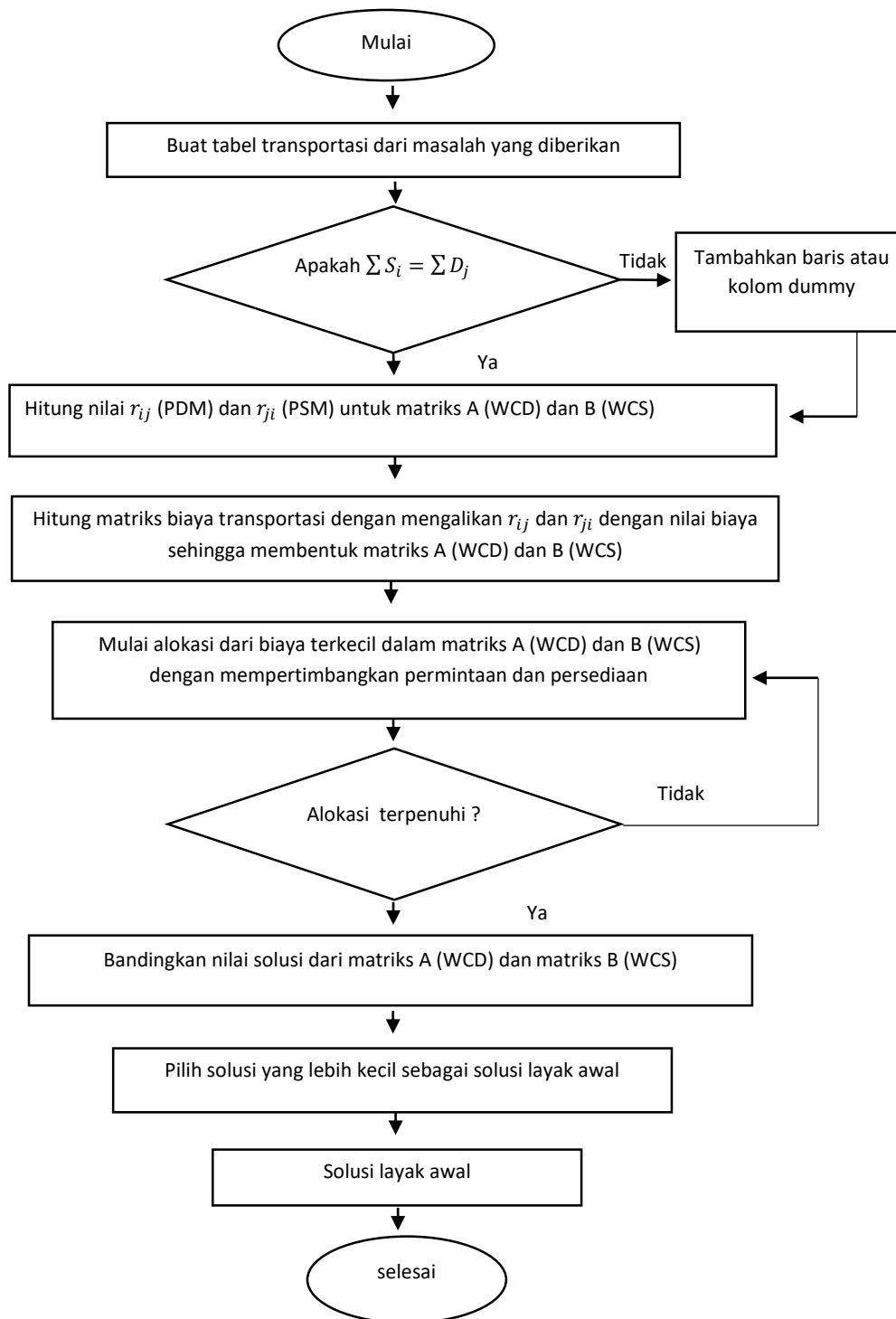
Langkah 6 Jika permintaan dan persediaan sudah terpenuhi semua, maka selesaikan algoritma. Jika belum, maka ulangi kembali ke langkah 3.

Langkah 7 Bandingkan nilai solusi dari matriks A (WCD) dan matriks B (WCS), kemudian pilih solusi yang lebih kecil sebagai solusi layak awal.

Semua langkah tersebut dapat disajikan dalam diagram alur seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Flowchart Metode Sumathi Sathiya



Gambar 2. Flowchart Karagul Sahin Approximation Method

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Objek Penelitian

Data pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari prosiding dan jurnal dengan kasus seimbang ukuran data 6x6 (Sujianto, 2019) dan data tidak seimbang dengan ukuran 8x8 (Hadi & Aminah, 2015). Kedua data tersebut akan dicari solusi layak awal menggunakan metode Sumathi-Sathiya dan *Karagul Sahim Approximation Method* (KSAM).

Selain itu, dengan menggunakan program *Python* dibangun data random sebanyak 100 data dengan berbagai ukuran (Polimis et al., 2017).

3.2 Perbandingan Analisis

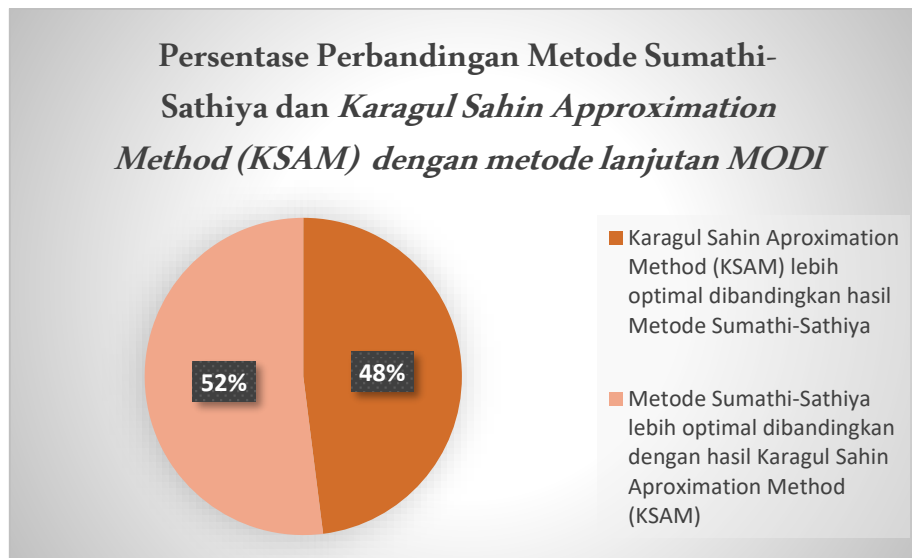
Analisis Perbandingan perhitungan manual Metode Sumathi-Sathiya dan *Karagul Sahin Approximation Method* (KSAM) ditampilkan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Analisis Perbandingan Perhitungan Manual Metode Sumathi-Sathiya dan Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)

Ukuran Matriks	Masalah Transportasi					
	Jenis Data	Metode Sumathi-Sathiya		Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)		
		Solusi Layak awal	Solusi Optimal	Solusi Layak Awal		Solusi Optimal
				Matriks WCS	Matriks WCD	
6 x 6	Data Seimbang	5000	5000	7700	9500	6400
8 x 8	Data Tidak Seimbang	11897	9661	13594	14426	11476

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan hasil perhitungan manual untuk biaya pengiriman masalah transportasi yang lebih optimal adalah metode Sumathi-Sathiya. Perhitungan menggunakan Metode Sumathi-Sathiya dengan ukuran data 6 x 6 dan 8 x 8 didapatkan hasil solusi layak awal sebesar 5000 dan 11897. Setelah dilakukan pengoptimalan menggunakan metode MODI didapatkan hasil optimal sebesar 5000 dan 9661. Sedangkan untuk KSAM didapatkan hasil solusi awal sebesar 7700 dan 13594. Setelah dilakukan pengoptimalan menggunakan metode MODI didapatkan hasil optimal sebesar 6400 dan 11476.

Selanjutnya, menggunakan 100 data acak, hasil perbandingan Metode Sumathi-Sathiya dan KSAM yang dilanjutkan dengan menggunakan metode MODI dengan berbantuan *Python Programming* diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Persentase Hasil Perbandingan Metode Sumathi-Sathiya dan Hasil Karagul Sahin Approximation Method (KSAM) Serta Metode MODI

Pada hasil uji analisis biaya pengiriman dengan menggunakan dua metode yaitu Metode Sumathi-Sathiya dan *Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)* didapatkan hasil akhir (solusi optimal) perbandingan dengan jumlah data sebanyak 100 data random untuk data seimbang didapatkan bahwa sebanyak 52 data menyatakan biaya pengiriman lebih optimal menggunakan *Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)* dibandingkan Metode Sumathi-Sathiya. Kemudian didapatkan pula sebanyak 48 data menyatakan biaya pengiriman menggunakan Metode Sumathi-Sathiya lebih optimal dibandingkan *Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, disimpulkan bahwa menggunakan Metode Sumathi-Sathiya untuk data berukuran 6×6 diperoleh solusi awal sebesar 5000, kemudian dilakukan pengoptimalan menggunakan Metode MODI didapatkan hasil solusi layak awal sudah optimal sebesar 5000. Sedangkan untuk *Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)* didapatkan hasil solusi awal sebesar 7700, kemudian dilakukan pengoptimalan menggunakan Metode MODI didapatkan hasil optimal sebesar 6400. Selanjutnya, berdasarkan simulasi menggunakan 100 data, didapatkan hasil bahwa *Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)* lebih optimal dibandingkan Metode Sumathi-Sathiya untuk sebanyak 52 data, dan Metode Sumathi-Sathiya lebih optimal dibandingkan menggunakan *Karagul Sahin Approximation Method (KSAM)* sebanyak 48 data dengan jumlah iterasi beragam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Barnhart, C., Belobaba, P., & Odoni, A. R. (2003). Applications of operations research in the air transport industry. *Transportation science*, 37(4), 368-391.
- Dili, Y. N., Wulan, E. R., dan Ilahi, F. (2021). Penyelesaian masalah transportasi untuk mencari solusi optimal dengan pendekatan *Minimum Spanning Tree (MST)* menggunakan algoritma Kruskal dan algoritma Prim, *Kubik: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 6(1), 44-50.

- Hadi, M. dan Aminah, A. (2015). Uji keoptimalan metode KSAM untuk menyelesaikan solusi awal masalah transportasi, *Jurnal Sains dan Matematika*, 20(3), 54–57.
- Karagul, Y. S. K. (2020). A novel approximation method to obtain initial basic feasible solution of transportation problem, *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 32(3), 211–218.
- Polimis, K., Rokem, A., & Hazelton, B. (2017). Confidence intervals for random forests in Python. *Journal of Open Source Software*, 2(19), 121-124.
- Pratiwi, N., & Siregar, R. (2021). Optimization of crude palm oil distribution costs in PT. Perkebunan Nusantara III using Vogel's approximation method, Russel approximation method and stepping stone method, *Journal of Mathematics Technology and Education*, 1(1), 1-10.
- Raharjo, W. S. dan Wulan, E. R. (2017). Penggunaan metode *maximum supply with minimum cost* untuk mendapatkan solusi layak awal masalah, *Kubik: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 2(2), 11–16.
- Sari, D. P., Bu'Ulolo, F., & Ariswoyo, S. (2013). Optimasi masalah transportasi dengan menggunakan metode potensial pada sistem distribusi PT. XYZ. *Saintia Matematika*, 1(5), 407-418.
- Sujianto, S. (2019). Optimalisasi biaya transportasi di industri manufaktur, *Industri Inovatif*, 9(2), 27-30.
- Sumathi, N., Geetha, R., & Bama, S. S. (2008). Spatial data mining-techniques trends and its applications. *Journal of Computer Applications*, 1(4), 28-30.
- Sumathi, P., & Bama, C. S. (2019). An innovative route to acquire least cost in transportation problems. *International Journal Engineering Advance Technology*, 9(1), 5368-5369.