

**PERBANDINGAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM*
(TOCM-SUM) DAN *KARAGUL-SAHIN APPROXIMATION METHOD* (KSAM)
DALAM PENGOPTIMALAN BIAYA TRANSPORTASI**



ROFIFAH FAKHRIYAH

H011201077



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

MAKASSAR

2024

**PERBANDINGAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM*
(TOCM-SUM) DAN *KARAGUL-SAHIN APPROXIMATION METHOD* (KSAM)
DALAM PENGOPTIMALAN BIAYA TRANSPORTASI**

ROFIFAH FAKHRIYAH

H011201077



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERBANDINGAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM*
(TOCM-SUM) DAN *KARAGUL-SAHIN APPROXIMATION METHOD* (KSAM)
DALAM PENGOPTIMALAN BIAYA TRANSPORTASI**

ROFIFAH FAKHRIYAH

H011201077

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Matematika

pada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
PERBANDINGAN METODE *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-SUM*
(*TOCM-SUM*) DAN *KARAGUL-SAHIN APPROXIMATION METHOD* (KSAM)
DALAM PENGOPTIMALAN BIAYA TRANSPORTASI

ROFIFAH FAKHRIYAH

H011201077

Skripsi,

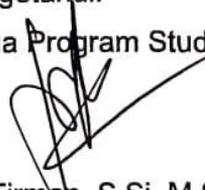
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Sains pada 7 Agustus
2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Matematika
Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,


Dr. Khaeruddin, M.Sc
NIP. 19650914 199103 1 003

Mengetahui:
Ketua Program Studi


Dr. Firman, S.Si, M.Si
NIP. 19680429 200212 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "*Perbandingan Metode Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM) dan Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM) Dalam Pengoptimalan Biaya Transportasi*" adalah benar karya saya dengan arahan dari Bapak Dr. Khaeruddin, M.Sc. sebagai Pembimbing. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 7 Agustus 2024



Rofifah Fakhriyah
NIM H011201077

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi yang berjudul “Perbandingan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) dalam Pengoptimalan Biaya Transportasi”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan doa dari banyak pihak. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, skripsi ini:

1. Bapak Dr. Khaeruddin, M.Sc. selaku dosen Pembimbing Utama yang telah senantiasa mendampingi, membimbing, meluangkan waktu dan memberikan arahan serta saran kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc. dan Bapak Dr. Firman, S.Si.,M.Si selaku dosen Penguji yang selalu memberi semangat, mendampingi dan meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan saran.
3. Seluruh staf dan pengajar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, khususnya para dosen Program Studi Matematika.
4. Kedua orang tua penulis, Bapak H. Zaman Huri dan Ibu Hj. Andaria yang selama ini telah memberikan semangat, mendoakan, serta dukungan yang tak henti-hentinya baik secara moral maupun finansial kepada penulis. Sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya.
5. Kepada P.Risno dan P. Ririn yang telah menganggap penulis seperti keluarga sendiri dan menerima penulis dengan baik dalam keluarganya. Terima kasih atas segala kebaikan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
6. Kepada sahabat saya Utari Fishardini yang sudah seperti saudara, terima kasih untuk tangan yang selalu diulurkan, telinga yang siap mendengar keluh kesah, dan selalu menjadi penyemangat penulis. Terima kasih selalu ada tapi tak sedarah, terima kasih juga telah hadir dalam setiap prosesku.
7. Teman Miss Universe NTI (Mia, Resti, Wulan dan Tari) terimakasih sudah senantiasa menemani, mendukung, mendengar keluh kesah dan menghibur penulis untuk menyelesaikan skripsi. Terima kasih atas kebersamaan, suka, dan duka serta segala kebaikannya, semoga kita semua bisa sukses dikemudian hari.
8. Teman Girls seperjuangan dari maba hingga saat ini (Nurpadian, Wardalisah, dan Sisilia Anggreni), yang telah kebersamai, mendukung satu sama lain, memberikan motivasi, mendengar keluh kesah selama perkuliahan berlangsung.
9. Kepada teman Nongkrong saya (Anzar, Adrian, dan Fauzi) terima kasih telah memberikan bantuan, semangat yang luar biasa dan selalu menjadi penghibur penulis.
10. Kepada teman terbaik penulis Fira Ramadhany yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

11. Teman-teman seperjuangan POSKO 9 KKNT DESA PISING, terima kasih sudah memberikan warna dan cerita tersendiri bagi penulis.
12. Terakhir, Terima kasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Terima kasih telah bertahan dan tidak menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya, sungguh penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kepada semua pihak utamanya para pembaca yang budiman, penulis senantiasa mengharapkan saran dan kritiknya demi kesempurnaan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi semua pihak utamanya kepada Almamater tercinta Kampus Merah Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis,



Roffah Fakhriyah

ABSTRAK

ROFIFAH FAKHRIYAH. **Perbandingan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) dalam Pengoptimalan Biaya Transportasi** (dibimbing Dr. Khaeruddin, M.Sc sebagai pembimbing utama)

Latar belakang. Dalam pendistribusian barang atau jasa akan membutuhkan biaya transportasi yang berbeda-beda ke lokasi tujuan. Hal ini disebabkan lokasi pengiriman suatu barang atau jasa juga berbeda sehingga muncul masalah transportasi. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan metode transportasi. **Tujuan.** Pada penelitian ini penulis bermaksud untuk membandingkan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) dalam menemukan solusi fisibel awal mana yang mendekati atau sama dengan solusi optimal yang diterapkan pada delapan kasus yang memiliki ukuran matriks biaya transportasi yang berbeda-beda. **Metode.** Metode yang digunakan untuk menentukan solusi awal adalah metode TOCM-SUM dan KSAM sedangkan solusi optimal menggunakan *software* POM-QM. **Hasil.** Berdasarkan eror relatif, dari delapan kasus tersebut terdapat enam kasus yang mendekati solusi optimal dengan menggunakan metode TOCM-SUM dan dua kasus lainnya mendekati solusi optimal dengan menggunakan KSAM. Sehingga diperoleh metode TOCM-SUM lebih mendekati solusi optimal dibandingkan metode KSAM. Kemudian, jika dilihat dari segi waktu penyelesaiannya menunjukkan bahwa TOCM lebih cepat dibandingkan KSAM. Berdasarkan jumlah iterasi, KSAM membutuhkan sedikit iterasi dibandingkan TOCM. **Kesimpulan.** Metode TOCM-SUM lebih mendekati solusi optimal dibandingkan metode KSAM.

Kata kunci: solusi optimal; total opportunity cost matrix-SUM; karagul-sahin approximation method

ABSTRACT

ROFIFAH FAKHRIYAH. **Comparison of Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM) and Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM) in Optimizing Transportation Costs** (supervised by Dr. Khaeruddin, M.Sc as the main supervisor)

Background. In the distribution of goods or services will require different transportation costs to the destination location. This is because the location of delivery of goods or services is also different so that transportation problems arise. This problem can be solved by the transportation method. **Purpose.** In this study the author intends to compare the Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM) method and the Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM) method in finding which initial feasible solution is close to or equal to the optimal solution applied to eight cases that have different transportation cost matrix sizes. **Method.** The methods used to determine the initial solution are the TOCM-SUM and KSAM methods while the optimal solution uses POM-QM software. **Results.** Based on the relative error, of the eight cases, there are six cases that are close to the optimal solution using the TOCM-SUM method and two other cases are close to the optimal solution using KSAM. So that the TOCM-SUM method is closer to the optimal solution than the KSAM method. Then, when viewed in terms of completion time, it shows that TOCM is faster than KSAM. Based on the number of iterations, KSAM requires fewer iterations than TOCM. **Conclusion.** The TOCM-SUM method is closer to the optimal solution than the KSAM method.

Keywords: solusi optimal; total opportunity cost matrix-SUM; karagul-sahin approximation method

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Landasan Teori	3
1.6.1 Program Linear	3
1.6.2 Masalah Transportasi	4
1.6.3 Jenis-Jenis Masalah Transportasi	6
1.6.4 Metode Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM)	6
1.6.5 Metode <i>Karagul-Sahin Approximation Method</i>	13

1.6.6 Software POM-QM	17
BAB II METODOLOGI PENELITIAN	20
2.1 Jenis dan Sumber Data	20
2.2 Tahap Penelitian	20
2.3 Alur Penelitian	21
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	22
3.1 Hasil Penelitian.....	22
3.1.1 Deskripsi Data	22
3.1.2 Implementasi pada Program Matlab dan Software POM-QM	23
3.1.3 Hasil Penerapan Metode Tota Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM) dan Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM)	25
3.2 Pembahasan	27
BAB IV KESIMPULAN	29
4.1 Kesimpulan.....	29
4.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Tabel Transportasi	5
2. Biaya Pengiriman Bahan Ternak	8
3. Model Transportasi	8
4. Biaya Distribusi Minimum.....	9
5. <i>Row Opportunity Cost Matrix</i> (ROCM).....	9
6. <i>Coloumn Opportunity Cost Matrix</i> (COCM)	10
7. Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM).....	10
8. Hasil Iterasi I	11
9. Hasil Iterasi II	12
10. Hasil Iterasi III	12
11. Solusi Fisibel Awal dengan Metode TOCM-SUM	13
12. Rasio antara Permintaan terhadap Persediaan (PDM)	14
13. Rasio antara Persediaan terhadap Permintaan (PSM)	14
14. WCD.....	15
15. WCS.....	15
16. Alokasi Berdasarkan WCD	16
17. Solusi Awal Berdasarkan WCD	16
18. Solusi Awal Berdasarkan WCS.....	17
19. Data Kasus Transportasi	22
20. Hasil Perbandingan Metode TOCM dan KSAM.....	25
21. Hasil Perbandingan Jumlah Iterasi setiap Metode	27

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Tampilan Awal Module Transportation	18
2. Hasil Pengolahan Data POM-QM	18
3. Hasil Solusi Optimal dengan POM-QM.....	19
4. Alur Diagram Penelitian	21
5. Algoritma Prosedur Metode TOCM.....	23
6. Algoritma Prosedur Metode KSAM	24
7. Hasil Perbandingan <i>Relative Error</i> TOCM dan KSAM.....	26
8. Hasil Perbandingan Waktu Penyelesaian TOCM dan KSAM.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Code Program Metode TOCM	34
2. Code Program Metode KSAM	38
3. Code Program Membangkitkan Bilangan Acak	43
4. Matriks Biaya Transportasi 3 x 4.....	44
5. Matriks Biaya Transportasi 6 x 8.....	44
6. Matriks biaya transportasi 12 x 16	45
7. Matriks Biaya Transportasi 12 x 16.....	47
8. Matriks Biaya Transportasi 24 x 32.....	48
9. Matriks Biaya Transportasi 4 x 7.....	49
10. Matriks Biaya Transportasi 8 x 14.....	50
11. Matriks Biaya Transportasi 16 x 28.....	51
12. Matriks Biaya Transportasi 32 x 56.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika adalah ilmu pengetahuan yang sangat penting dalam kehidupan kita (Shadiq, 2014). Tanpa disadari banyak hal yang selalu berkaitan dengan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, matematika juga berperan penting dalam berbagai bidang pekerjaan seperti : kesehatan, arsitektur, teknik, farmasi, ekonomi dan bisnis.

Salah satu peran matematika dalam ekonomi dan bisnis yaitu dapat menyelesaikan masalah perusahaan yang tujuannya untuk mencapai keuntungan yang maksimal. Suatu perusahaan memiliki kunci kesuksesan yang terletak pada cara pengelolaan pemasaran perusahaan agar dapat mencapai keuntungan yang maksimal. Untuk dapat memperoleh keuntungan yang besar perusahaan harus menjalankan salah satu program yaitu mendistribusikan barang atau jasa hasil produksi kepada konsumen (Sari dkk., 2019).

Dalam pendistribusian barang atau jasa akan membutuhkan biaya transportasi yang berbeda-beda ke lokasi tujuan. Hal ini disebabkan lokasi pengiriman suatu barang atau jasa juga berbeda, sehingga muncul masalah transportasi. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan metode transportasi (Hasibuan & Sari, 2023). Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk ke tempat tujuan secara optimal. Dengan menggunakan metode transportasi, dapat diperoleh suatu alokasi distribusi barang yang dapat meminimalkan biaya transportasi (Herjanto, 2008).

Dalam masalah transportasi terjadi dua kasus yaitu transportasi yang seimbang dan transportasi tidak seimbang. Transportasi yang dikatakan seimbang jika jumlah antara sumber dan tujuan sama (Suryaningtyas, 2009). Pada kasus transportasi yang tidak seimbang dimana sumber dan tujuan tidak sama maka tabel transportasi terlebih dahulu diseimbangkan dengan cara menambah sebuah sumber atau tujuan semu (*dummy*) (Utami dkk., 2019).

Pada masalah transportasi, terdapat dua tahap penyelesaian untuk mendapat biaya transportasi minimum. Tahap pertama yaitu menentukan solusi fisibel awal. Proses mendapatkan solusi fisibel awal dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa metode, yaitu *Least Cost Method* (LCM), *North West Corner Method* (NWCM), dan *Vogell's Approximation Method* (VAM). Tahap kedua yaitu menentukan solusi optimal dengan menggunakan metode *stepping stone* dan metode *modified distribution* (Siswanto, 2007).

Hasil dari solusi fisibel awal dapat mendekati atau sama dari solusi optimal. Menurut (Kamalia & Soelistyo, 2022), seiring berkembangnya waktu banyak metode transportasi baru yang dapat digunakan untuk mencari solusi awal yaitu JHM (*Jumab Hoque Method*), metode BCE (*Balqis Chastine Erma*), metode TOCM-SUM (*Total*

Opportunity Cost Matrix-SUM), metode KSAM (*Karagul-Sahin Approximation Method*), *Improved Zero Point Method* (IZPM), dan metode RCWMCAM (*Row Column Weighthted Minumum Cost Allocation Method*).

Zayyan dkk., (2020) menggunakan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) untuk menyelesaikan solusi awal masalah transportasi. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa solusi awal yang digunakan sama dengan solusi optimal. Melisa dkk., (2021) menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) untuk mengoptimalkan biaya transportasi pada PT. Ciomas Adisatwa Padang. Shidiqi dkk., (2023) menggunakan *software* POM-QM untuk menyelesaikan solusi optimal. Belum ada penelitian yang membandingkan kedua metode tersebut dalam menyelesaikan solusi fisibel awal serta menggunakan *software* POM-QM untuk memperoleh solusi optimal.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk membandingkan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dengan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) sebagai solusi awal. Selanjutnya, menentukan solusi optimal dengan menggunakan *software* POM-QM for Windows 5. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul "**Perbandingan Metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) dalam Pengoptimalan Biaya Transportasi**".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perbandingan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) sebagai solusi fisibel awal terhadap solusi optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini adalah memperoleh perbandingan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) sebagai solusi fisibel awal terhadap solusi optimal.

1.4 Batasan Masalah

Supaya penelitian ini tepat mencapai sasaran dan penulisan tidak terlalu luas maka penulis membatasi permasalahan yang akan dihas sebagai berikut :

1. Masalah transportasi yang akan dikaji adalah kasus transportasi seimbang dan kasus transportasi tidak seimbang.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari jurnal dan membangkitkan bilangan acak.

3. Matriks tabel transportasi yang digunakan berukuran 3×4 (seimbang), 6×8 (seimbang), 12×16 (seimbang), 24×32 (seimbang), 4×7 (tidak seimbang), 8×14 (tidak seimbang), 16×28 (tidak seimbang), dan 32×56 (tidak seimbang).
4. Uji optimal menggunakan *software* POM-QM.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat mengembangkan wawasan yang lebih dalam terkait masalah transportasi dengan menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM*, metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) serta penggunaan *software* POM-QM dan dapat menjadi referensi bagi pihak yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Program Linear

Linear programming atau program linear ialah salah satu teknik penyelesaian riset operasi dalam hal ini adalah khusus menyelesaikan masalah-masalah optimasi (memaksimalkan atau meminimumkan) tetapi hanya terbatas pada masalah-masalah yang dapat diubah menjadi fungsi linear. Demikian pula kendala-kendala yang ada juga berbentuk linear (Tabroni & Komaruddin, 2020).

Tujuan dari penggunaan program linear adalah untuk menyusun suatu model yang dapat dipergunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam menentukan alokasi yang optimal dari sumber daya perusahaan ke berbagai alternatif. Penggunaan program linear dalam hal ini adalah mengalokasikan sumber daya tersebut, sehingga laba akan maksimum atau alternatif biaya minimum. Alokasi yang dibuat tergantung dari sumber daya yang tersedia dan permintaan atas sumber daya tersebut. Sedangkan tujuan dari alokasi adalah memaksimalkan laba atau meminimalkan biaya.

Menurut (Kurdhi, 2023) Model *linear programming* atau program linear merupakan bentuk dan susunan dalam menyajikan masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik program linear. Model program linear mempunyai tiga unsur utama, yaitu:

1. Variabel keputusan yaitu variabel persoalan yang akan mempengaruhi nilai tujuan yang hendak dicapai. Di dalam proses pemodelan, penemuan variabel keputusan harus dilakukan terlebih dahulu sebelum merumuskan fungsi tujuan dan fungsi batasan (kendala-kendalanya).
2. Fungsi tujuan yaitu fungsi yang menggambarkan tujuan dalam permasalahan program linear yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimum. Dengan simbol Z . Oleh karena itu, hanya ada dua kemungkinan fungsi tujuan, yaitu :
 - a) Maksimumkan $Z = f (X_1, X_2, \dots X_n)$

b) Minimumkan $Z = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$

3. Fungsi batasan (kendala) yaitu bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Untuk memudahkan pembahasan model program linear ini, digunakan simbol-simbol sebagai berikut:

X_j adalah banyaknya kegiatan j ($j = 1, 2, \dots, n$). Variabel ini disebut juga dengan variabel keputusan (*decision variabels*)

Z adalah nilai fungsi tujuan yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)

C_j adalah kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan (X_j) dengan satu satuan (unit) atau merupakan keuntungan per unit (masalah maksimasi), biaya per unit (masalah minimasi) kegiatan j terhadap nilai Z .

a_{ij} adalah banyaknya sumber I yang diperlukan guna menghasilkan setiap unit output kegiatan j ($i = 1, 2, \dots, m$, dan $j = 1, 2, \dots, n$)

b_i adalah banyaknya sumber (fasilitas) I yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan ($i = 1, 2, \dots, m$)

Model standard Linear Programming sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

Maksimumkan/minimumkan :

$$Z = \sum C_j X_j = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \quad (1)$$

kendala atau batasan :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq, =, \geq) b_i \text{ untuk semua nilai } i (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

Atau :

$$1. a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$2. a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n (\leq, =, \geq) b_2$$

$$m. a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n (\leq, =, \geq) b_m \quad (3)$$

$$\text{dan} \quad X_j \geq 0 \text{ atau } X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0 \quad (4)$$

1.6.2 Masalah Transportasi

Masalah transportasi timbul ketika suatu perusahaan akan menentukan cara pengiriman suatu barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan untuk meminimalkan biaya pendistribusian. Pengiriman suatu barang dari satu sumber ke tempat tujuan yang berbeda dan dari beberapa sumber ke suatu tempat tujuan

memiliki perbedaan biaya pengiriman. Sehingga pengiriman suatu barang tersebut diatur sedemikian rupa agar biaya transportasi dapat lebih minimal (Ibnas dkk, 2016).

Dalam menyelesaikan masalah transportasi terdapat dua penyelesaian yaitu penyelesaian awal dan penyelesaian optimal. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi. Untuk penyelesaian awal dapat menggunakan metode *North West Corner* (NWC), metode *Least Cost*, dan metode *Vogel Approximation*. Metode *Stepping Stone* dan Metode *Modified Distribution* adalah metode yang digunakan untuk mencari solusi optimal setelah dilakukan penyelesaian awal. Ada juga metode yang dapat digunakan tanpa perlu mencari solusi awal lagi seperti metode ASM dan metode *Zero Suffix*. Menurut (Rangkuti, 2022), bentuk umum model transportasi sebagai berikut :

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (5)$$

Fungsi batasan :

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n \text{ (batasan penawaran)} \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, n \text{ (batasan permintaan)} \quad (7)$$

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

Tabel 1. Tabel Transportasi

Dari \ Ke		Tujuan						Supply (Penawaran)
		1	2	...	j	...	n	
Sumber	1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	...	C_{1j} X_{1j}	...	C_{1n} X_{1n}	a_1
	2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	...	C_{2j} X_{2j}	...	C_{2n} X_{2n}	a_2
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
	i	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}	...	C_{ij} X_{ij}	...	C_{in} X_{in}	a_i
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
	m	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}	...	C_{mj} X_{mj}	...	C_{mn} X_{mn}	a_m
Demand (Permintaan)		b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	$\sum a_i = \sum b_j$

Keterangan :

S_m ; Sumber ke- m

T_n ; Tujuan ke- n

c_{ij} ; Biaya transportasi perunit barang dari sumber i ke tujuan j

x_{ij} ; Jumlah barang yang akan dikirim dari sumber i ke tujuan j

a_i ; Jumlah barang yang tersedia di sumber i

b_j ; Jumlah barang yang dibutuhkan di tujuan j

n ; Jumlah tempat tujuan j

m ; Jumlah tempat sumber i

Dalam penelitian ini akan digunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) untuk memperoleh solusi fisibel awal. Kemudian, dilakukan uji optimal dengan menggunakan *software* POM-QM.

1.6.3 Jenis-Jenis Masalah Transportasi

Menurut (Septiana dkk, 2017), dalam pengaplikasian metode transportasi akan terdapat 2 jenis masalah transportasi yang akan dihadapi yaitu :

1. Masalah seimbang

Masalah transportasi dikatakan seimbang (balanced) apabila jumlah persediaan sama dengan jumlah permintaan.

2. Masalah tidak seimbang

Masalah transportasi dikatakan tidak seimbang (unbalanced) apabila jumlah persediaan tidak sama dengan jumlah permintaan. Seringkali terjadi dalam model transportasi dimana persediaan tidak sama dengan permintaan atau terjadi ketidakseimbangan persediaan dan permintaan. Bisa saja terjadi persediaan lebih besar dari permintaan atau sebaliknya. Untuk mengatasi hal tersebut maka harus membentuk tabel transportasi yang seimbang dengan cara menambahkan baris atau kolom dummy (Rangkuti, 2022).

Rangkuti, A. (2022) menyebutkan bahwa persoalan dasar transportasi pada mulanya dikembangkan oleh F. L. Hitchcock pada tahun 1941 dalam studinya yang berjudul: *The distribution of a product from several source to numerous locations*. Kemudian disusul oleh T. C. Koopmans pada awal tahun 1947, yang secara terpisah menerbitkan suatu hasil studi mengenai: *Optimal utilization of the transportation system*.

1.6.4 Metode Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM)

Menurut (Khan dkk, 2015) metode *Total Opportunity Cost Matrix SUM* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari solusi awal dengan menambahkan *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM) dan *Coloumn Opportunity Cost Matrix* (COCM)

untuk setiap awal matrix. ROCM adalah perhitungan hasil biaya terkecil pada setiap baris. COCM adalah perhitungan hasil biaya terkecil setiap kolom. Berikut langkah-langkah penyelesaian dengan menggunakan metode TOCM-SUM:

- a. Menentukan biaya distribusi minimum pada masing-masing baris (ROCM) dan biaya distribusi minimum pada masing-masing kolom (COCM).

$$c_{ik} = \min(c_{i1}; c_{i2}; \dots; c_{in}) \quad (8)$$

$$c_{kj} = \min(c_{1j}; c_{2j}; \dots; c_{mj}) \quad (9)$$

- b. Melakukan reduksi *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM) dengan mengurangi setiap elemen biaya pada baris dengan elemen terkecil pada baris.
 c. Melakukan reduksi *Coloumn Opportunity Cost Matrix* (COCM) dengan mengurangi setiap elemen biaya pada kolom dengan elemen terkecil pada kolom.
 d. Menentukan *Total Opportunity Cost Matrix* dengan menjumlahkan hasil reduksi ROCM dan COCM.

$$TOCM_{ij} = (c_{ij} - c_{ik}) + (c_{ij} - c_{kj}) \quad (10)$$

Keterangan :

$TOCM_{ij}$: TOCM dari titik persediaan i ke permintaan j ,

c_{ij} : Biaya distribusi dari persediaan i ke permintaan j

c_{ik} : Biaya terkecil pada baris ke- i

c_{kj} : Biaya terbesar pada kolom ke- j

- e. Menentukan nilai terbesar dari setiap baris dan setiap kolom. Kemudian, menghitung indikator distribusi pada setiap sel (i,j) dengan rumus berikut:

$$\Delta_{ij} = TOCM_{ij} - u_i - v_j \quad (11)$$

u_i = Nilai terbesar di baris ke- i

v_j = Nilai terbesar di baris ke- j

- f. Mengalokasikan semaksimal mungkin pada sel yang mempunyai nilai Δ_{ij} minimum atau paling negatif. Selanjutnya lakukan pengecekan apakah sudah memenuhi atau belum. Apabila belum terpenuhi maka ulangi langkah-langkah sebelumnya.
 g. Apabila sudah terpenuhi maka jumlahkanlah hasil kali jumlah alokasi dengan biaya transportasi awal maka didapatkan biaya minimum.

Contoh :

Suatu perusahaan pakan ternak memiliki 3 pabrik yaitu pabrik 1, pabrik 2, dan pabrik 3. Perusahaan tersebut ingin mendistribusikan pakannya ke 3 tempat yaitu Cianjur, Depok, dan Ciamis. Biaya pengiriman barang dari masing-masing pabrik berbeda-beda tergantung jarak pabrik ke tempat tujuan. Berikut ini biaya pengiriman pangan ternak :

Tabel 2. Biaya Pengiriman Bahan Ternak

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	20	5	8	90
P2	15	20	10	60
P3	25	10	19	50
Permintaan	50	110	40	200

Tentukan biaya transportasi pangan ternak tersebut dengan menggunakan metode Total Opportunity Cost Matrix-SUM !

Penyelesaian :

Dari masalah diatas dapat dibuat dalam bentuk tabel model transportasi sebagai berikut :

Tabel 3. Model Transportasi

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	20	5	8	90
P2	15	20	10	60
P3	25	10	19	50
Permintaan	50	110	40	200

Fungsi Tujuan

$$\text{Minimal } Z = 20x_{11} + 5x_{12} + 8x_{13} + 15x_{21} + 20x_{22} + 10x_{23} + 25x_{31} + 10x_{32} + 19x_{33}$$

Batasan :

Persediaan :

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 90$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 60$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 50$$

Permintaan :

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 50$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 110$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 40$$

Langkah 1 : Menentukan biaya distribusi minimum pada masing-masing baris (ROCM) dan biaya distribusi minimum pada masing-masing kolom (COCM).

Tabel 4. Biaya Distribusi Minimum

Sumber	Tujuan Alokasi			c_{ik}
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	20	5	8	5
P2	15	20	10	10
P3	25	10	19	10
c_{kj}	15	5	8	

Langkah 2 : Melakukan reduksi *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM) dengan mengurangi setiap elemen biaya distribusi pada baris dengan elemen terkecil pada baris.

Tabel 5. *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM)

Sumber	Tujuan Alokasi			c_{ik}
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	15	0	3	5
P2	5	10	0	10
P3	15	0	9	10
c_{kj}	15	5	8	

Langkah 3 : Melakukan reduksi *Coloumn Opportunity Cost Matrix* (COCM) dengan mengurangi setiap elemen biaya pada kolom dengan elemen terkecil pada kolom.

Tabel 6. *Coloumn Opportunity Cost Matrix (COCM)*

Sumber	Tujuan Alokasi			c_{ik}
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	5	0	0	5
P2	0	15	2	10
P3	10	5	11	10
c_{kj}	15	5	8	

Langkah 4 : Menentukan *Total Opportunity Cost Matrix* dengan menjumlahkan hasil reduksi ROCM dan COCM.

Tabel 7. *Total Opportunity Cost Matrix-SUM (TOCM-SUM)*

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	20	0	3	90
P2	5	25	2	60
P3	25	5	20	50
Permintaan	50	110	40	200

Langkah 5 : Menentukan nilai terbesar dari setiap baris dan setiap kolom. Kemudian, menghitung indikator distribusi pada setiap sel (i,j) dengan menggunakan persamaan (11)

Nilai terbesar dari setiap baris (u_i) dan setiap kolom (v_j) sebagai berikut :

$$u_1 = 20$$

$$v_1 = 25$$

$$u_2 = 25$$

$$v_2 = 25$$

$$u_3 = 25$$

$$v_3 = 20$$

Maka diperoleh nilai Δ_{ij} sebagai berikut :

$$\Delta_{11} = 20 - 20 - 25 = -25$$

$$\Delta_{21} = 5 - 25 - 25 = -25$$

$$\Delta_{12} = 0 - 20 - 25 = -45$$

$$\Delta_{22} = 25 - 25 - 25 = -25$$

$$\Delta_{13} = 3 - 20 - 20 = -25$$

$$\Delta_{23} = 2 - 25 - 20 = -43$$

$$\Delta_{31} = 25 - 25 - 25 = -25$$

$$\Delta_{32} = 5 - 25 - 25 = -45$$

$$\Delta_{33} = 25 - 25 - 20 = -25$$

Langkah 6 : Menentukan nilai Δ_{ij} paling minimum. Kemudian, dialokasikan ke sel Δ_{ij} yang terpilih dengan cara memilih nilai minimum dari pertimbangan persediaan dan permintaan.

Dapat dilihat dari semua nilai Δ_{ij} , maka diperoleh Δ_{12} sebagai nilai minimum. Kemudian dipilih $\min(110,90)$ dan diperoleh sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Iterasi I

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	20	5	8	0
P2	15	20	10	60
P3	25	10	19	50
Permintaan	50	20	40	200

Berdasarkan tabel 8, persediaan pada baris pertama sudah terpenuhi. Untuk iterasi berikutnya perhatikan tabel 8 dan mengabaikan baris pertama, maka pilih nilai Δ_{ij} yang baru. Diperoleh nilai Δ_{32} sebagai nilai yang minimum, kemudian dipilih $\min(20,50)$ dan didapatkan sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil Iterasi II

Sumber	Tujuan Alokasi						Persediaan
	Cianjur		Depok		Ciamis		
P1	-	20	90	5	-	8	0
P2		15	-	20		10	60
P3		25	20	10		19	30
Permintaan	50		0		40		200

Berdasarkan tabel 9, persediaan pada baris pertama dan permintaan pada kolom kedua sudah terpenuhi. Untuk iterasi berikutnya perhatikan tabel 9 dan mengabaikan baris pertama dan kolom kedua, maka pilih nilai Δ_{ij} yang baru. Diperoleh nilai Δ_{21} sebagai nilai yang minimum, kemudian dipilih $\min(50,60)$ dan didapatkan sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil Iterasi III

Sumber	Tujuan Alokasi						Persediaan
	Cianjur		Depok		Ciamis		
P1	-	20	90	5	-	8	0
P2	50	15	-	20		10	10
P3	-	25	20	10		19	30
Permintaan	0		0		40		200

Berdasarkan tabel 10, dapat dilihat bahwa sel x_{23} dan x_{33} belum terpenuhi. Sehingga dapat di alokasikan dengan $x_{23} = \min(40,10)$ dan $x_{33} = \min(40,30)$ dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 11. Solusi Fisibel Awal dengan Metode TOCM-SUM

Sumber	Tujuan Alokasi						Persediaan
	Cianjur		Depok		Ciamis		
P1	-	20	90	5	-	8	90
P2	50	15	-	20	10	10	60
P3	-	25	20	10	30	19	50
Permintaan	50		110		40		200

Berdasarkan tabel 11, maka diperoleh biaya distribusi minimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimal } Z &= (90 \times 5.000) + (50 \times 15.000) + (10 \times 10.000) + (20 \times 10.000) + (30 \\ &\quad \times 19.000) \\ &= 2.070.000 \end{aligned}$$

Jadi, dengan menggunakan Metode TOCM-SUM maka perusahaan tersebut mendapatkan biaya pengiriman minimum sebesar Rp. 2.070.000

1.6.5 Metode *Karagul-Sahin Approximation Method*

Metode *Karagul-Sahin Approximation Method* (KSAM) adalah metode transportasi yang diperkenalkan oleh Karagul dan Sahin pada tahun 2019. Metode ini digunakan untuk mendapatkan solusi fisibel awal dengan menghitung rasio antara supply dan demand (Muhtarullah dkk, 2022) Menurut (Karagul & Sahin, 2019), Langkah-langkah dalam menentukan solusi awal dengan menggunakan Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM) sebagai berikut:

- Menghitung rasio antara persediaan terhadap permintaan (PSM) dan rasio antara permintaan terhadap persediaan (PDM) pada setiap sel dalam tabel transportasi.
- Menghitung tabel biaya transportasi tertimbang (*Weighted Cost*) yaitu Tabel A (WCD) dan tabel B (WCS) dengan mengalikan biaya transportasi setiap elemen pada tabel transportasi dengan komponen matriks (PDM) dan (PSM).
- Memulai dengan biaya tertimbang terkecil dalam tabel WCD dan WCS, kemudian buatlah penugasan dengan mempertimbangan persediaan dan permintaan.

- d. Apabila semua permintaan telah terpenuhi maka langkah selesai, jika tidak ulangi langkah sebelumnya. Setelah itu, hitung nilai distribusi tabel WCD dan WCS.
- e. Lakukan perbandingan terhadap nilai distribusi kedua matriks dan pilih biaya distribusi terkecil sebagai solusi awal KSAM.

Contoh :

Berdasarkan tabel 3, masalah transportasi tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* sebagai solusi fisibel awal. Adapun cara penyelesaian masalah tersebut sebagai berikut :

Langkah 1 : Menghitung rasio antara permintaan terhadap persediaan (PDM) dan rasio antara persediaan terhadap permintaan (PSM) pada setiap sel dalam tabel transportasi.

Tabel 12. Rasio antara Permintaan terhadap Persediaan (PDM)

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	0,56	1,22	0,44	90
P2	0,83	1,83	0,67	60
P3	1	2,2	0,8	50
Permintaan	50	110	40	200

Tabel 13. Rasio antara Persediaan terhadap Permintaan (PSM)

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	1,8	0,82	2,25	90
P2	1,2	0,55	1,5	60
P3	1	0,45	1,25	50
Permintaan	50	110	40	200

Langkah 2 : Menghitung tabel biaya transportasi tertimbang (*Weighted Cost*) yaitu tabel WCD dan tabel WCS dengan mengalikan setiap elemen biaya transportasi awal pada tabel 2 dengan tiap elemen pada tabel 12 dan tabel 13 sehingga diperoleh berikut:

Tabel 14. WCD

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	11,11	6,11	3,52	90
P2	12,45	36,66	6,67	60
P3	25	22	15,2	50
Permintaan	50	110	40	200

■ : Nilai terkecil biaya transportasi

Tabel 15. WCS

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1	36	4,1	18	90
P2	18	10,91	15	60
P3	25	4,55	23,75	50
Permintaan	50	110	40	200

Langkah 3 : Memulai dengan biaya tertimbang terkecil dalam tabel WCD dan WCS, kemudian buatlah penugasan dengan mempertimbangkan persediaan dan permintaan.

Tabel 16. Alokasi Berdasarkan WCD

Sumber	Tujuan Alokasi			Persediaan
	Cianjur	Depok	Ciamis	
P1			40	50
P2			-	60
P3			-	50
Permintaan	50	110	0	200

Berdasarkan tabel 14 nilai terkecil pada tabel (WCD) adalah 3,52 sehingga alokasi pertama dimulai dari sel ini. Dapat dilihat bahwa persediaan di P1 sebanyak 90, maka permintaan pakan ternak di Cianjur dapat terpenuhi yaitu 40. Sehingga, persediaan di P1 berkurang menjadi 50. Untuk melakukan alokasi berikutnya ulangi langkah sebelumnya dengan mengabaikan kolom ke 3 karena permintaan telah terpenuhi. Dengan cara yang sama lakukan alokasi pada tabel 15.

Langkah 4 : Apabila semua permintaan telah terpenuhi maka langkah selesai, jika tidak ulangi langkah sebelumnya. Setelah itu, hitung nilai distribusi tabel WCD dan WCS dengan mengalikannya dengan biaya transportasi awal.

Tabel 17. Solusi Awal Berdasarkan WCD

Sumber	Tujuan Alokasi						Persediaan
	Cianjur		Depok		Ciamis		
P1	-	20	50	5	40	8	90
P2	50	15	10	20	-	10	60
P3	-	25	50	10	-	19	50
Permintaan	50		110		40		200

Berdasarkan Tabel 17, maka diperoleh biaya transportasi pada tabel WCD yaitu :

$$\begin{aligned} Z_d &= (50 \times 5.000) + (40 \times 8.000) + (50 \times 15.000) + (10 \times 20.000) + (50 \times 10.000) \\ &= Rp. 2.020.000 \end{aligned}$$

Tabel 18. Solusi Awal Berdasarkan WCS

Sumber	Tujuan Alokasi						Persediaan
	Cianjur		Depok		Ciamis		
P1	-	20	90	5	-	8	90
P2	20	15	-	20	40	10	60
P3	30	25	20	10	-	19	50
Permintaan	50		110		40		200

Berdasarkan Tabel 18, maka diperoleh biaya transportasi pada tabel WCS yaitu :

$$\begin{aligned} Z_s &= (90 \times 5.000) + (20 \times 15.000) + (40 \times 10.000) + (30 \times 25.000) + (20 \times 10.000) \\ &= Rp. 2.100.000 \end{aligned}$$

Langkah 5 : Lakukan perbandingan terhadap nilai distribusi kedua matriks dan pilih biaya distribusi terkecil sebagai solusi awal KSAM.

Berdasarkan tabel 17 dan tabel 18 maka dapat dibandingkan bahwa nilai distribusi terkecil diperoleh dari solusi tabel WCD. Jadi, didapat solusi fisibel awal menggunakan metode Karagul-Sahin Approximation Method (KSAM) yaitu Rp.2.100.000.

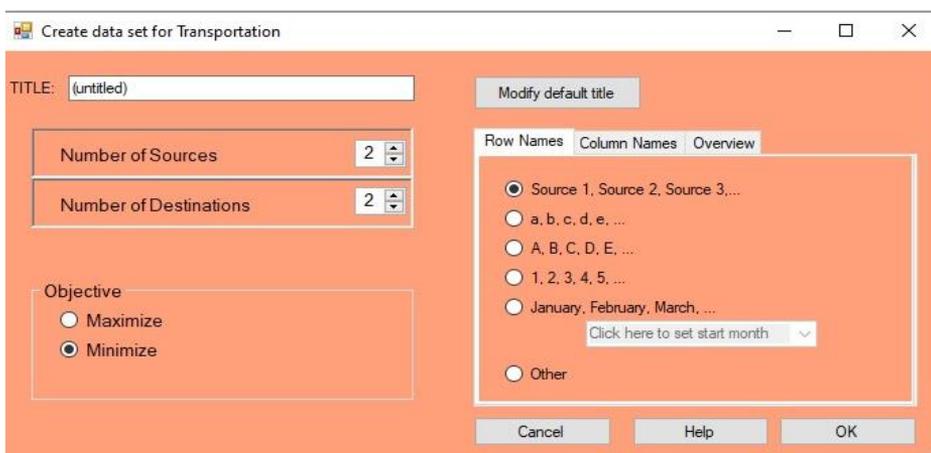
1.6.6 Software POM-QM

Software POM-QM merupakan program komputer yang dirancang untuk menyelesaikan masalah-masalah manajemen yang bersifat kuantitatif dalam bidang produksi dan operasi. Dalam pengoperasian POM-QM memberikan kemudahan

dalam pengambilan keputusan seperti menentukan jumlah produksi yang sesuai agar mendapat keuntungan yang besar dan pengoptimalan biaya transportasi (Ilahi, 2023). *Software* POM-QM memiliki berbagai macam versi salah satunya POM-QM for Windows 5 yang digunakan pada penelitian ini yang dikembangkan oleh Howard J. Weiss. *Software* tersebut dapat menyelesaikan masalah transportasi yang cukup rumit sehingga dapat meminimalkan kesalahan perhitungan manual yang mungkin terjadi.

Menurut (Setiawati & Tenriajeng, 2021), adapun langkah-langkah penginputan data ke dalam *software* POM-QM yaitu:

1. Buka *software* POM-QM for windows
2. Pada menu utama Module Tree pilih menu transportasi.
3. Masukkan jumlah *source* dan *destination* lalu klik OK. Kemudian isi data permintaan, persediaan dan biaya transportasi.



Gambar 1. Tampilan Awal Module Transportation

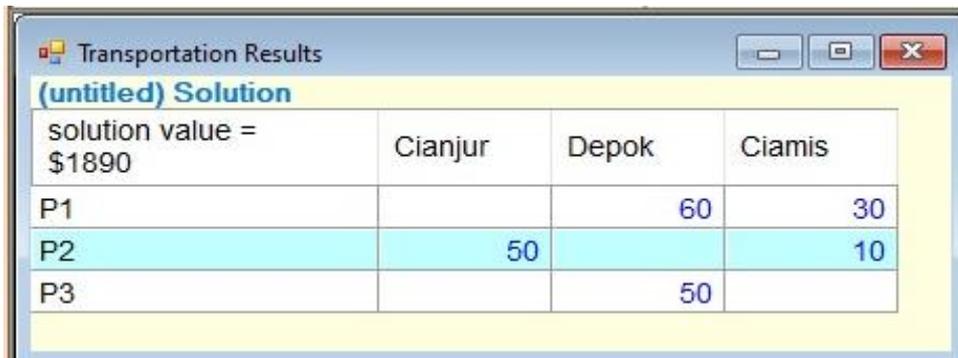
4. Klik *Solve* (Segitiga hijau)
5. Hasil perhitungan solusi optimal POM-QM

	Destination 1	Destination 2	Destination 3
Source 1	25		
Source 2	15	10	
Source 3		20	30

Gambar 2. Hasil Pengolahan Data POM-QM

Contoh :

Setelah memperoleh solusi fisibel awal dengan menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* dan metode *Karagul-Sahin Approximation Method*, maka langkah selanjutnya yaitu menemukan solusi optimal berdasarkan tabel 3 dengan menggunakan *software POM-QM*.



solution value = \$1890	Cianjur	Depok	Ciamis
P1		60	30
P2	50		10
P3		50	

Gambar 3. Hasil Solusi Optimal dengan POM-QM

Dari Gambar 2.3 menunjukkan bahwa sumber P1 ke tujuan Depok diberikan alokasi sebanyak 60, sumber P1 ke tujuan Ciamis diberikan alokasi sebanyak 30, sumber P2 ke tujuan Cianjur sebanyak 50, sumber P2 ke tujuan Ciamis diberikan alokasi sebanyak 10, dan sumber P3 ke tujuan Depok diberikan alokasi sebanyak 50. Sehingga diperoleh solusi optimal sebesar 1890.

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini menggunakan jenis data kuantitatif, yaitu data yang dapat diukur dan dihitung, data ini juga dinyatakan dalam bentuk angka atau nilai numerik. Sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari beberapa jurnal dan membangkitkan bilangan acak untuk biaya transportasi dalam satuan ribuan dari 50-1000 menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

2.2 Tahap Penelitian

Adapun tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur

Dalam memulai penelitian ini pertama mencari sumber referensi berupa jurnal, buku, dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan masalah transportasi, *Total Opportunity Cost Matrix-SUM*, *Karagul-Sahin Approximation Method*, dan *software POM-QM*

2. Mencari matriks biaya transportasi

Penelitian ini menggunakan data matriks biaya transportasi yang diperoleh dari beberapa jurnal dan membangkitkan bilangan acak dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

3. Menentukan solusi fisibel awal

Dalam penelitian ini menggunakan metode *Total Opportunity Cost Matrix-SUM* (TOCM-SUM) dan metode *Karagul-Sahin Approximation Method* sebagai solusi fisibel awal. Kedua metode tersebut dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

4. Menentukan solusi optimal

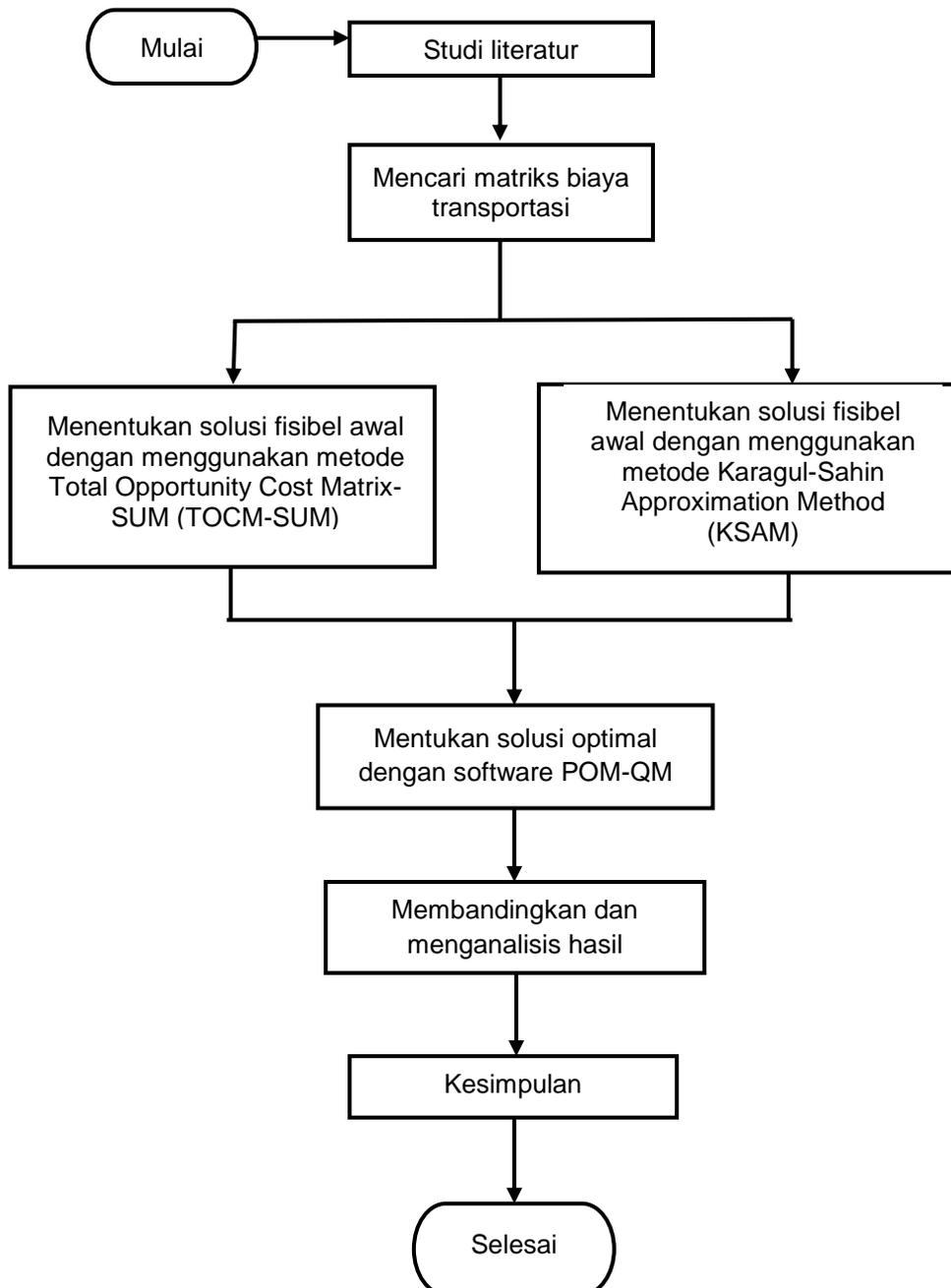
Setelah memperoleh solusi fisibel awal maka selanjutnya menentukan solusi optimal dengan menggunakan *software POM-QM*

5. Membandingkan dan menganalisis hasil

Membandingkan hasil solusi fisibel awal yang telah diperoleh serta eror relatif yang didapatkan dari metode TOCM-SUM dan metode KSAM terhadap solusi optimal sehingga dapat diketahui solusi fisibel awal mana yang lebih baik dan mendekati atau sama dengan solusi optimal. Selain eror relatif juga dibandingkan jumlah iterasi dan waktu penyelesaian kedua metode tersebut.

2.3 Alur Penelitian

Diagram alur pada penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Alur Diagram Penelitian