

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah transportasi merupakan salah satu permasalahan penting dalam bidang riset operasi dan pemrograman linear. Permasalahan ini berkaitan dengan pendistribusian barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan dengan memperhatikan keterbatasan kapasitas *supply* dan *demand*. Model transportasi banyak diterapkan dalam sistem logistik, distribusi, dan manajemen rantai pasok karena mampu merepresentasikan proses pengalokasian sumber daya secara sistematis dan matematis [1], [2].

Dalam perspektif Islam, pengelolaan sumber daya secara efisien dan adil merupakan prinsip yang ditekankan dalam Al-Qur'an. Allah Swt. berfirman dalam Q.S. Al-An'ām: 152.

...وَأَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ بِالْقِسْطِ لَا تُكَلِّفُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا... ﴿١٥٢﴾

"...Dan sempurnakanlah takaran dan timbangan dengan adil. Kami tidak membebani seseorang melainkan menurut kesanggupannya..."

Ayat tersebut menegaskan pentingnya keadilan, ketelitian, dan keseimbangan dalam mengelola sumber daya. Prinsip ini sejalan dengan tujuan penyelesaian masalah transportasi, yaitu mengalokasikan sumber daya (*supply*) secara optimal kepada tujuan (*demand*) sesuai kapasitas yang tersedia, sekaligus meminimalkan pemborosan biaya. Dengan demikian, kajian mengenai metode penentuan solusi layak awal tidak hanya penting secara matematis dan teknis, tetapi juga mencerminkan nilai efisiensi dan keadilan dalam pengambilan keputusan [3], [4].

Signifikansi kajian ini semakin terasa seiring meningkatnya kompleksitas sistem distribusi dan ketatnya persaingan bisnis, yang menuntut efisiensi dan ketepatan proses distribusi yang lebih tinggi. Kesalahan dalam menentukan pola distribusi dapat langsung meningkatkan biaya operasional serta menurunkan kinerja sistem logistik. Oleh karena itu, penyelesaian masalah transportasi tidak

hanya berfokus pada pencapaian solusi optimal, tetapi juga pada ketepatan tahap awal perhitungan sebagai dasar bagi proses optimasi selanjutnya [5].

Secara umum, penyelesaian masalah transportasi dilakukan melalui pendekatan tidak langsung (*indirect method*) yang terdiri atas dua tahap utama, yaitu penentuan solusi layak awal (*initial basic feasible solution*) dan pengujian optimalitas. Solusi layak awal yang baik dapat mempercepat pencapaian solusi optimal dan mengurangi jumlah iterasi pada tahap berikutnya. Sebaliknya, solusi layak awal yang kurang tepat dapat menambah beban perhitungan, memperlama waktu penyelesaian, dan berpotensi menyebabkan jumlah sel terisi tidak sesuai ketentuan dalam model transportasi. Suatu tabel transportasi dikatakan memiliki solusi layak apabila jumlah sel basis sama dengan $m + n - 1$. Apabila jumlahnya kurang dari itu, terjadi kondisi degenerasi yang memerlukan tambahan alokasi semu (*dummy*). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas solusi layak awal menjadi penentu penting dalam keseluruhan proses penyelesaian masalah transportasi [6], [7].

Beberapa metode klasik telah digunakan untuk menentukan solusi layak awal, di antaranya *North West Corner Method* (NWC), *Least Cost Method* (LCM), dan *Vogel's Approximation Method* (VAM). Ketiga metode ini relatif sederhana dan mudah diterapkan, tetapi memiliki keterbatasan yang cukup berarti. NWC sama sekali tidak memperhitungkan biaya transportasi, sehingga solusi yang dihasilkan jauh dari optimal dengan tingkat kesalahan rata-rata mencapai 26,37%. LCM sudah mempertimbangkan biaya dengan memilih biaya terkecil, tetapi sering terjebak pada solusi yang optimal secara lokal saja karena tidak memperhatikan struktur tabel secara keseluruhan, dengan tingkat kesalahan mencapai 7,71%. Sementara itu, VAM yang mempertimbangkan nilai penalti (selisih dua biaya terkecil) memiliki hasil yang kurang stabil pada matriks berukuran besar atau tidak seimbang, dengan tingkat kesalahan rata-rata 3,10%. Dengan demikian, dari ketiga metode klasik tersebut, NWC merupakan metode dengan tingkat kesalahan paling tinggi, sedangkan VAM merupakan yang terbaik di antara metode klasik meskipun masih memiliki keterbatasan pada kasus matriks besar atau tidak seimbang [2], [8].

Keterbatasan metode-metode klasik tersebut mendorong perlunya pengembangan metode baru yang lebih akurat dan efisien dalam menentukan solusi

layak awal. Penelitian pada periode 2021-2026 menunjukkan meningkatnya perhatian terhadap pengembangan metode berbasis pendekatan heuristik dan evaluasi biaya yang lebih menyeluruh, dengan memanfaatkan konsep biaya peluang (*opportunity cost*), nilai ekstrem, maupun selisih biaya sebagai dasar prioritas alokasi. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan solusi layak awal yang lebih mendekati solusi optimal sejak tahap awal perhitungan, sekaligus meningkatkan efisiensi proses penyelesaian masalah transportasi [6], [9].

Salah satu metode yang muncul untuk mengatasi keterbatasan metode klasik adalah *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM), yang diperkenalkan oleh Lekan, Kavi, dan Neudauer (2021). Metode ini menggabungkan konsep perbedaan biaya maksimum (*maximum difference*) dan nilai ekstrem (*extreme difference*) dalam matriks transportasi untuk menentukan prioritas alokasi pada sel dengan biaya terkecil. Berdasarkan hasil pengujian pada 15 kasus masalah transportasi dalam jurnal rujukan, MDEDM menghasilkan solusi layak awal dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,55% dan tingkat kesalahan rata-rata hanya 1,45% jauh lebih baik dibandingkan NWC (26,37%), LCM (7,71%), maupun VAM (3,10%). Dari sisi perhitungan, metode ini juga tergolong efisien karena prosedurnya sederhana dan bekerja langsung pada matriks biaya asli tanpa memerlukan tahap pengolahan awal [3].

Meskipun demikian, MDEDM juga memiliki keterbatasan yang mendorong munculnya pengembangan lebih lanjut. Berdasarkan penelitian Lekan, Kavi, dan Neudauer (2021), MDEDM cenderung menghasilkan solusi optimal hanya pada masalah transportasi berukuran kecil, sedangkan pada masalah berukuran besar hasilnya belum tentu lebih baik dibandingkan metode lain dengan kata lain, MDEDM kurang efektif untuk matriks berukuran besar dan tidak seimbang [3].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, Anggraeni dan Muksar (2024) mengusulkan penggabungan pendekatan *Total Opportunity Cost Matrix* (TOCM) yang pertama kali diperkenalkan por Kirca dan Satir (1990) dengan algoritma MDEDM, yang selanjutnya disebut *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM). Metode ini menggabungkan konsep matriks biaya peluang ke dalam mekanisme MDEDM melalui tahap pengolahan awal, yaitu

pembentukan *Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM), *Column Opportunity Cost Matrix* (COCM), dan penjumlahan keduanya menjadi TOCM sebelum proses alokasi dilakukan. Secara teori, pendekatan ini dapat menghasilkan solusi layak awal yang lebih mendekati solusi optimal dibandingkan MDEDM biasa karena alokasi menjadi lebih terarah pada sel berbiaya rendah, meskipun konsekuensinya adalah tahap pengolahan awal tambahan yang memperpanjang langkah perhitungan. Berdasarkan pengujian pada 20 data masalah transportasi seimbang dalam jurnal rujukan, TOCM-MDEDM menghasilkan 10 solusi layak awal yang sudah sama dengan solusi optimal tanpa perlu perbaikan lagi, sedangkan MDEDM dan LCM masing-masing hanya menghasilkan 8 dan 4 solusi serupa, sehingga tingkat akurasi TOCM-MDEDM tercatat sebesar 50% lebih tinggi dibandingkan MDEDM (40%) dan LCM (20%) [3], [4].

Kedua metode tersebut telah terbukti unggul secara terpisah dalam jurnalnya masing-masing. Akan tetapi, perbandingan langsung antara MDEDM dan TOCM-MDEDM dalam kondisi pengujian yang sama masih jarang dilakukan secara menyeluruh, terutama yang mencakup masalah transportasi seimbang (*balanced*) maupun tidak seimbang (*unbalanced*), pada berbagai skala ukuran matriks (kecil, sedang, dan besar), serta diuji terhadap solusi optimal yang sama menggunakan *Modified Distribution Method* (MODI). MODI dipilih sebagai alat uji optimalitas karena lebih efisien dibandingkan *Stepping Stone Method* metode tersebut harus membentuk jalur tertutup untuk setiap sel kosong secara terpisah sehingga kurang efisien pada matriks besar, sedangkan MODI menggunakan pendekatan nilai potensial baris dan kolom yang memungkinkan evaluasi seluruh sel kosong dilakukan sekaligus dalam satu kali perhitungan, sehingga lebih cepat dan sistematis terutama untuk matriks berukuran besar yang menjadi salah satu fokus penelitian ini [3], [4].

Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menerapkan kedua metode pada tiga kelompok kasus uji berdasarkan ukuran matriks skala kecil (dikerjakan secara manual, bersumber dari data jurnal), serta skala sedang dan skala besar (dikerjakan dengan bantuan komputer menggunakan bahasa pemrograman Python melalui *Google Colaboratory*) [3], [4].

Perlu dicermati bahwa pernyataan dalam jurnal utama yang menyebutkan MDEDM lebih unggul untuk skala kecil belum tentu berlaku secara umum, mengingat pengujian dalam jurnal tersebut hanya mencakup 15 kasus tertentu dan belum dikaji secara menyeluruh pada berbagai kondisi lain. Temuan dalam suatu jurnal ilmiah pada dasarnya bersifat khusus, mengikuti data dan kasus yang diuji, sehingga belum tentu dapat digeneralisasi untuk semua permasalahan. Oleh karena itu, penelitian ini menguji kembali pernyataan tersebut pada cakupan kasus yang lebih luas, yaitu 22 kasus uji dengan berbagai ukuran matriks (kecil, sedang, besar) dan kondisi keseimbangan yang berbeda (seimbang dan tidak seimbang), sehingga diharapkan diperoleh kesimpulan yang lebih umum dan mendalam.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis perbandingan penyelesaian masalah transportasi menggunakan MDEDM dan TOCM-MDEDM. Analisis dilakukan dengan membandingkan total biaya distribusi awal yang dihasilkan oleh masing-masing metode (Z_M dan Z_T), mengevaluasi kedekatan solusi awal terhadap solusi optimal (Z_O) yang diperoleh menggunakan metode MODI, menghitung nilai selisih (Δ_M dan Δ_T), dan nilai *gap* (G_M dan G_T), dalam bentuk persentase untuk dianalisis berdasarkan kategori kualitas solusi, serta menelaah struktur, jumlah iterasi, dan efisiensi algoritma masing-masing metode. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi kondisi keunggulan masing-masing metode.

Dengan demikian, penelitian ini berjudul "**Analisis Perbandingan Penyelesaian Masalah Transportasi Menggunakan *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM)**". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis pada kajian solusi layak awal, serta menjadi referensi praktis bagi peneliti dan praktisi dalam memilih metode solusi layak awal yang efisien dan tepat guna, baik pada masalah transportasi seimbang (*balanced transportation problem*) maupun tidak seimbang (*unbalanced transportation problem*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa yang melatarbelakangi kemunculan MDEDM ditinjau dari keterbatasan pencapaian solusi layak awal pada metode klasik, serta apa keterbatasan MDEDM yang mendorong dikembangkan TOCM-MDEDM?
2. Bagaimana menentukan solusi layak awal pada masalah transportasi menggunakan *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM)?
3. Bagaimana menentukan solusi optimal pada masalah transportasi menggunakan *Modified Distribution Method* (MODI) berdasarkan solusi layak awal yang diperoleh menggunakan *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM)?
4. Bagaimana analisis perbandingan penyelesaian masalah transportasi menggunakan *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM)?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian skripsi ini dibatasi oleh beberapa hal, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini membahas masalah transportasi yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya distribusi. Penelitian ini menggunakan 22 kasus uji yang terbagi dalam tiga kelompok berdasarkan ukuran matriks dan cara pengerjaannya. Untuk kasus skala sedang dan besar, digunakan matriks dengan ukuran maksimum 100×100 yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan rentang ukuran matriks. Berikut penjelasan mengenai tiga kelompok kasus uji:
 - a. Skala kecil (2 kasus), dengan matriks berukuran 4×5 (1 data seimbang dan 1 data tidak seimbang) yang bersumber dari jurnal-jurnal relevan dan dikerjakan secara manual. Kasus ini digunakan untuk memberikan gambaran rinci mengenai alur dan langkah-langkah kedua metode.

- b. Skala sedang (10 kasus) dengan matriks berukuran 10 hingga 50, terdiri atas 5 variasi ukuran matriks untuk data seimbang dan 5 variasi untuk data tidak seimbang. Ukuran matriks yang digunakan adalah 10×10 , 30×30 , dan 50×50 (matriks persegi), serta 15×45 dan 10×50 (matriks tidak beraturan). Data yang digunakan adalah data acak yang dibangkitkan melalui program *Python* pada *Google Colaboratory*.
 - c. Skala besar (10 kasus) dengan matriks berukuran 60 hingga 100, terdiri atas 5 variasi ukuran matriks untuk data seimbang dan 5 variasi untuk data tidak seimbang. Ukuran matriks yang digunakan adalah 60×60 , 80×80 , dan 100×100 (matriks persegi), serta 65×95 dan 60×100 (matriks tidak beraturan). Data yang digunakan adalah data acak yang dibangkitkan melalui program *Python* pada *Google Colaboratory*.
2. Penentuan solusi layak awal pada masalah transportasi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM). Selanjutnya, penentuan solusi optimal dilakukan menggunakan metode *Modified Distribution Method* (MODI).
3. Analisis perbandingan dalam penelitian ini difokuskan pada kualitas solusi layak awal yang dihasilkan oleh kedua metode. Analisis tersebut meliputi:
- a. Perbandingan total biaya solusi layak awal (Z_M dan Z_T).
 - b. Perbandingan total biaya terhadap solusi optimal (Z_O) yang diperoleh menggunakan metode MODI, dengan menghitung selisih (Δ_M dan Δ_T).
 - c. Perhitungan nilai gap (G_M dan G_T) dalam bentuk persentase untuk dianalisis berdasarkan kategori kualitas solusi.
 - d. Analisis langkah-langkah, tahapan, dan jumlah iterasi algoritma masing-masing metode.
 - e. Identifikasi keunggulan masing-masing metode pada berbagai ukuran matriks dan kondisi keseimbangan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis latar belakang kemunculan metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) ditinjau dari keterbatasan metode klasik dalam menentukan solusi layak awal, serta mengidentifikasi keterbatasan MDEDM yang mendorong dikembangkannya metode *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM).
2. Menentukan solusi layak awal pada masalah transportasi menggunakan metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM).
3. Menentukan solusi optimal pada masalah transportasi menggunakan metode *Modified Distribution Method* (MODI) berdasarkan solusi layak awal yang diperoleh dengan menggunakan metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM).
4. Menganalisis perbandingan penyelesaian masalah transportasi menggunakan metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM) berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan pada Sub-bab 3.5.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kajian riset operasi, khususnya pada masalah transportasi. Kontribusi tersebut berupa penerapan metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM) dalam menentukan solusi layak awal, serta penggunaan metode *Modified Distribution Method* (MODI) untuk memperoleh solusi optimal.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih metode yang lebih efektif untuk menentukan solusi layak awal pada masalah

transportasi. Pertimbangan tersebut didasarkan pada hasil analisis dari masing-masing metode.

3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan rujukan bagi mahasiswa dan peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan perbandingan metode penentuan solusi layak awal pada masalah transportasi, khususnya metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) dan *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM).

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga tahapan utama, yaitu studi literatur, simulasi, dan analisis perbandingan:

1. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mengkaji teori-teori dasar yang relevan, meliputi konsep riset operasi, pemrograman linear, optimisasi, masalah transportasi, serta metode penentuan solusi layak awal dan solusi optimal. Sumber literatur yang digunakan berasal dari buku teks dan artikel jurnal ilmiah bereputasi yang terbit dalam rentang waktu 2021-2026. Kajian difokuskan pada metode *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM) sebagai rujukan utama. Studi literatur ini menjadi landasan teoretis sebelum dilakukan pengujian dan perbandingan metode pada tahap selanjutnya [3].

2. Simulasi

Simulasi dilakukan dengan menerapkan metode MDEDM dan TOCM-MDEDM menggunakan 22 kasus uji yang terbagi dalam tiga kelompok berdasarkan ukuran matriks dan cara pengerjaannya. Untuk kasus skala sedang dan besar, digunakan matriks dengan ukuran maksimum 100×100 yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan rentang ukuran matriks. Berikut penjelasan mengenai tiga kelompok kasus uji:

- a. Skala kecil (2 kasus), dengan matriks berukuran 4×5 (1 data seimbang dan 1 data tidak seimbang) yang bersumber dari jurnal-jurnal relevan dan

dikerjakan secara manual. Kasus ini digunakan untuk memberikan gambaran rinci mengenai alur dan langkah-langkah kedua metode.

- b. Skala sedang (10 kasus) dengan matriks berukuran 10 hingga 50, terdiri atas 5 variasi ukuran matriks untuk data seimbang dan 5 variasi untuk data tidak seimbang. Ukuran matriks yang digunakan adalah 10×10 , 30×30 , dan 50×50 (matriks persegi), serta 15×45 dan 10×50 (matriks tidak beraturan). Data yang digunakan adalah data acak yang dibangkitkan melalui program *Python* pada *Google Colaboratory*.
- c. Skala besar (10 kasus) dengan matriks berukuran 60 hingga 100, terdiri atas 5 variasi ukuran matriks untuk data seimbang dan 5 variasi untuk data tidak seimbang. Ukuran matriks yang digunakan adalah 60×60 , 80×80 , dan 100×100 (matriks persegi), serta 65×95 dan 60×100 (matriks tidak beraturan). Data yang digunakan adalah data acak yang dibangkitkan melalui program *Python* pada *Google Colaboratory*.

Untuk kasus tidak seimbang, dilakukan penyeimbangan terlebih dahulu dengan menambahkan variabel *dummy* (biaya nol). Seluruh solusi layak awal yang diperoleh kemudian diuji menggunakan *Modified Distribution Method* (MODI) untuk mendapatkan solusi optimal (Z_O). Kode program yang digunakan pada skala sedang dan besar disajikan pada Lampiran A.

3. Analisis Perbandingan

Analisis perbandingan dalam penelitian ini difokuskan pada kualitas solusi layak awal yang dihasilkan oleh kedua metode. Analisis tersebut meliputi:

- a. Perbandingan total biaya solusi layak awal (Z_M dan Z_T).
- b. Perbandingan total biaya terhadap solusi optimal (Z_O), yang diperoleh menggunakan metode MODI, dengan menghitung selisih (Δ_M dan Δ_T).
- c. Perhitungan nilai gap (G_M dan G_T) dalam bentuk persentase untuk dianalisis berdasarkan kategori kualitas solusi. Nilai *gap* yang lebih kecil

menunjukkan bahwa solusi awal yang dihasilkan semakin mendekati solusi optimal.

- d. Analisis langkah-langkah, tahapan, dan jumlah iterasi algoritma masing-masing metode.
- e. Identifikasi keunggulan masing-masing metode pada berbagai ukuran matriks dan kondisi keseimbangan.

Berdasarkan analisis tersebut, diperoleh kesimpulan mengenai metode yang lebih efektif dalam menentukan solusi layak awal pada masalah transportasi untuk tiga kelompok kasus uji berdasarkan ukuran matriksnya

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab. Secara garis besar, sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari penelitian, rumusan masalah yang akan dijawab, batasan masalah sebagai ruang lingkup pembahasan, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan yang memberikan gambaran umum mengenai isi skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori dasar yang dijadikan acuan dalam penelitian. Teori yang dibahas mencakup konsep riset operasi, pemrograman linear, optimisasi, masalah transportasi (seimbang dan tidak seimbang), metode penentuan solusi layak awal (*North West Corner Method* (NWC), *Least Cost Method* (LCM), dan *Vogel's Approximation Method* (VAM)), serta metode penentuan solusi optimal (*Stepping Stone Method* dan *Modified Distribution Method* (MODI)).

BAB III ANALISIS PERBANDINGAN PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI MENGGUNAKAN *MAXIMUM DIFFERENCE EXTREME DIFFERENCE METHOD* (MDEDM) DAN *TOTAL OPPORTUNITY COST MATRIX-MDEDM* (TOCM-MDEDM)

Bab ini membahas inti analisis perbandingan kedua metode. Pembahasan mencakup prasyarat dan tahapan persiapan data, langkah-langkah algoritma *Maximum Difference Extreme Difference Method* (MDEDM), langkah-langkah algoritma *Total Opportunity Cost Matrix-MDEDM* (TOCM-MDEDM) yang diawali dengan pembentukan matriks biaya peluang (*Row Opportunity Cost Matrix* (ROCM), *Column Opportunity Cost Matrix* (COCM), dan *Total Opportunity Cost Matrix* (TOCM)), prosedur uji optimalitas menggunakan *Modified Distribution Method* (MODI), serta penjelasan terkait analisis perbandingan.

BAB IV STUDI KASUS DAN ANALISIS PERBANDINGAN

Bab ini menyajikan penerapan kedua metode, yaitu MDEDM dan TOCM-MDEDM, pada tiga kelompok kasus uji: skala kecil (diselesaikan secara manual), skala sedang, dan skala besar (diselesaikan dengan bantuan program *Python* pada platform *Google Colaboratory*). Setiap kasus dianalisis berdasarkan total biaya distribusi awal, nilai *gap* terhadap solusi optimal, serta jumlah iterasi yang diperlukan. Pada bagian akhir bab ini, disajikan identifikasi keunggulan masing-masing metode beserta rekapitulasi hasil akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan sebagai jawaban atas rumusan masalah serta tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga memuat saran-saran yang dapat dijadikan pertimbangan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan kajian serupa.