

Penyelesaian Model Masalah Transportasi menggunakan Maximum Range Method (MRM) dan AH Method (AHM)

Muhammad Faturrahman ^{1, a)} dan Pardi Affandi ^{2, b)}

^{1,2} Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Lambung Mangkurat.

^{a)} 2311011110008@mhs.ulm.ac.id

^{b)} p_affandi@ulm.ac.id

Abstrak. Model transportasi merupakan salah satu bentuk khusus dari program linier yang digunakan untuk menentukan pola distribusi optimal dengan mempertimbangkan keseimbangan antara total pasokan dan total permintaan. Melalui formulasi matematis yang melibatkan biaya transportasi C_{ij} , alokasi distribusi X_{ij} , pasokan a_i , dan permintaan b_j , model ini menyediakan kerangka analitis yang efektif untuk mengevaluasi efisiensi suatu sistem distribusi. Penelitian ini menerapkan dua metode penyelesaian, yaitu Maximum Range Method (MRM) dan AH Method (AHM), pada model transportasi seimbang tanpa mengaitkannya dengan konteks industri tertentu. Proses perhitungan MRM dilakukan dengan mengidentifikasi selisih biaya terbesar pada setiap baris dan kolom untuk menentukan lokasi alokasi yang berpotensi memberikan penghematan tertinggi. Di sisi lain, AHM bekerja sebagai metode optimasi langsung melalui pemilihan biaya terkecil secara global pada setiap tahap perhitungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MRM menghasilkan total biaya sebesar 2070, lebih rendah dibandingkan AHM yang menghasilkan total biaya sebesar 2100. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa MRM lebih efisien untuk model data transportasi pada penelitian ini. Kedua metode ini memberikan perspektif komputasional yang berbeda namun dapat saling melengkapi dalam analisis penyelesaian masalah transportasi berbasis optimasi biaya.

Kata kunci: masalah transportasi, optimasi, Maximum Range Method, AH Method, program linier

1. PENDAHULUAN

Masalah transportasi merupakan salah satu model fundamental dalam program linier yang digunakan untuk menentukan alokasi distribusi optimal dari beberapa sumber menuju beberapa tujuan dengan biaya minimum. Formulasi matematisnya melibatkan biaya transportasi C_{ij} , alokasi distribusi X_{ij} , pasokan a_i , dan permintaan b_j , sehingga proses optimasi dapat dianalisis secara terstruktur dan terukur. Model ini menjadi dasar berbagai kajian dalam riset operasi karena mampu menggambarkan hubungan antarvariabel biaya dan kapasitas secara sistematis [1].

Pendekatan komputasional dalam penyelesaian masalah transportasi telah berkembang dari metode klasik menuju metode modern yang lebih adaptif terhadap variasi data. Metode dasar seperti *North-West Corner Rule*, *Least Cost Method*, dan *Vogel's Approximation Method* banyak digunakan dalam pembentukan solusi awal [2]. Namun, metode-metode tersebut tidak selalu efisien ketika variasi biaya antar sel dalam tabel cukup mencolok, sehingga diperlukan pendekatan alternatif yang mampu memberikan hasil lebih cepat dan lebih stabil pada struktur data tertentu [3].

Maximum Range Method (MRM) merupakan salah satu metode modern yang dikembangkan untuk meningkatkan kualitas solusi awal. MRM bekerja dengan mempertimbangkan selisih biaya terbesar (range) pada setiap baris dan kolom, sehingga alokasi diarahkan pada posisi yang berpotensi memberikan penghematan tertinggi [4]. Di sisi lain, AH Method (AHM) dikembangkan sebagai metode optimasi langsung (direct optimization) melalui pemilihan biaya minimum global pada setiap tahap alokasi. Dengan karakteristik yang lebih sederhana dan langsung, AHM terbukti efektif untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan kompleksitas perhitungan yang relatif rendah [5].

Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja MRM dan AHM pada model transportasi seimbang yang dirancang berdasarkan struktur data umum tanpa mengaitkannya dengan studi kasus industri tertentu. Analisis dilakukan melalui serangkaian perhitungan sistematis untuk memperoleh total biaya transportasi dari kedua metode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MRM menghasilkan total biaya lebih rendah dibandingkan AHM yang menghasilkan biaya lebih besar. Perbandingan ini mengindikasikan bahwa MRM memiliki efisiensi yang

lebih baik untuk data penelitian ini, sekaligus menegaskan perbedaan karakteristik komputasional antara kedua metode optimasi tersebut [6].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model Transportasi.

Masalah transportasi merupakan salah satu bentuk khusus dari program linier yang bertujuan menentukan alokasi distribusi optimal dari sejumlah sumber menuju sejumlah tujuan dengan total biaya minimum. Formulasi matematisnya melibatkan biaya transportasi C_{ij} , alokasi X_{ij} , pasokan a_i , dan permintaan b_j sehingga analisis optimasi dapat dilakukan secara sistematis. Model ini banyak digunakan dalam riset operasi karena mampu menggambarkan masalah pengalokasian sumber daya secara terukur [1].

Secara umum, model transportasi dinyatakan sebagai:

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

dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i, \quad i = 1, \dots, m$$

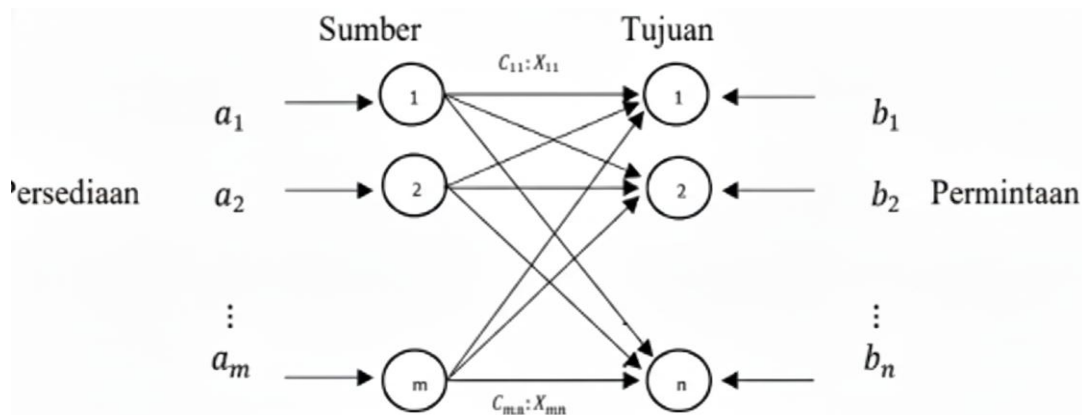
$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j, \quad j = 1, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Keterangan:

- Z = total biaya minimum yang akan diminimalkan
- C_{ij} = biaya pengiriman satu unit barang dari sumber ke- i ke tujuan ke- j
- X_{ij} = jumlah unit barang yang didistribusikan dari sumber ke- i ke tujuan ke- j
- a_i = kapasitas pasokan pada sumber ke- i
- b_j = permintaan pada tujuan ke- j
- $i = 1, 2, \dots, m$ (indeks sumber / supply)
- $j = 1, 2, \dots, n$ (indeks tujuan / demand)
- $\sum_{i=1}^m$ = penjumlahan dari $i = 1$ sampai $i = m$
- $\sum_{j=1}^n$ = penjumlahan dari $j = 1$ sampai $j = n$

Formulasi tersebut memastikan setiap sumber menyalurkan pasokan sesuai kapasitasnya dan setiap tujuan menerima permintaan sesuai kebutuhannya.



Gambar 2.1 Model Umum Transportasi

2.2 Model Transportasi Seimbang

Model transportasi disebut seimbang apabila total pasokan sama dengan total permintaan, yaitu:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Pada model seimbang, seluruh kapasitas dan permintaan dapat dialokasikan tanpa penambahan sumber atau tujuan semu. Struktur tabel transportasi seimbang dinyatakan sebagai berikut[7]

Tabel 2.1 Tabel Umum Awal Transportasi

Sumber (i)	Tujuan (j)							Persediaan (a _i)
	1	2	...	T				
1	X ₁₁	C ₁₁	X ₁₂	C ₁₂	...	X _{1n}	C _{1n}	a ₁
2	X ₂₁	C ₂₁	X ₂₂	C ₂₂	...	X _{2n}	C _{2n}	a ₂
⋮	...							⋮
P	X _{m1}	C _{m1}	X _{m2}	C _{m2}	...	X _{mn}	C _{mn}	a _m
Permintaan (b _j)	b ₁	b ₂	...	b _n				$\sum a_i = \sum b_j$

2.3 Model Transportasi Tidak Seimbang

Apabila total pasokan tidak sama dengan total permintaan, maka model disebut tidak seimbang. Untuk menyeimbangkannya, perlu ditambahkan sumber semu atau tujuan semu:

- Jika $\sum a_i > \sum b_j$, maka ditambahkan tujuan semu dengan biaya nol.
- Jika $\sum a_i < \sum b_j$, maka ditambahkan sumber semu dengan biaya nol.

Prosedur penyeimbangan ini umum digunakan pada berbagai penelitian model transportasi [3], namun dalam penelitian ini model yang digunakan adalah seimbang, sehingga tidak memerlukan variabel semu

2.4 Maximum Range Method (MRM)

Maximum Range Method (MRM) merupakan metode modern untuk memperoleh *Initial Basic Feasible Solution (IBFS)* melalui perhitungan selisih biaya terbesar (range) pada setiap baris dan kolom. Metode ini dikembangkan untuk menghasilkan solusi awal yang lebih efisien dibandingkan metode klasik.

Pada MRM, nilai range dihitung sebagai selisih antara biaya maksimum dan minimum pada suatu baris atau kolom. Baris atau kolom dengan nilai range terbesar diprioritaskan karena memiliki potensi penghematan paling tinggi. Alokasi kemudian dilakukan pada sel dengan biaya terendah pada baris atau kolom tersebut. Metode ini terbukti mampu menghasilkan solusi awal yang mendekati optimal untuk berbagai struktur data [4].

2.5 AH Method (AHM)

AH Method (AHM) merupakan metode optimasi langsung (direct optimization) yang memilih biaya minimum global pada setiap tahap perhitungan. Berbeda dengan metode yang memerlukan pembentukan solusi awal, AHM langsung melakukan alokasi pada sel dengan biaya terkecil sesuai nilai minimum antara pasokan dan permintaan.

AHM memiliki prosedur yang sederhana, efisien, dan tidak memerlukan perhitungan penalti atau range seperti yang digunakan pada metode lain. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa AHM memberikan hasil kompetitif dalam penyelesaian masalah transportasi dan mampu menghasilkan solusi optimal dengan jumlah langkah perhitungan yang lebih sedikit [5].

3. METODE

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif–kuantitatif yang bertujuan menjelaskan proses penyelesaian model transportasi menggunakan Maximum Range Method (MRM) dan AH Method (AHM). Analisis dilakukan berdasarkan langkah-langkah matematis kedua metode tanpa mengaitkannya pada konteks industri tertentu. Fokus penelitian diarahkan pada struktur algoritmik, pola alokasi, serta efisiensi biaya yang diperoleh dari masing-masing metode

3.2 Sumber Data dan Bentuk Data

Data yang digunakan berupa data hipotetik yang memuat biaya transportasi per unit dari tiga sumber menuju tiga tujuan. Kolom terakhir pada tabel menyatakan kapasitas persediaan (pasokan) setiap sumber a_i , sedangkan baris terakhir menunjukkan permintaan setiap tujuan b_j . Data ini digunakan sebagai dasar penyusunan tabel transportasi dan menjadi input bagi perhitungan MRM dan AHM pada Bab 4.

	A	B	C	SUPPLY
Source 1	20	5	8	90
Source 2	15	20	10	60
Source 3	25	10	19	50
DEMAND	50	110	40	

Gambar 3.1 Sumber Data

3.3 Penyusunan Tabel Transportasi Awal

Model transportasi disusun dalam format tabel blok sesuai struktur umum tabel transportasi seimbang. Pada tabel, C_{ij} menyatakan biaya transportasi dari sumber ke- i menuju tujuan ke- j , sedangkan X_{ij} merupakan variabel keputusan yang akan ditentukan pada tahap perhitungan.

Tabel 3.1 Tabel Transportasi Awal

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1	x ₁₁	20	x ₂₁	5	x ₃₁	8	90
2	x ₂₁	15	x ₂₂	20	x ₃₂	10	60
3	x ₃₁	25	x ₂₃	10	x ₃₃	19	50
Permintaan (b _j)	50		110		40		$\sum a_i = \sum b_j$

Model transportasi dikatakan seimbang apabila:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Perhitungan:

$$a_1 + a_2 + a_3 = 90 + 60 + 50 = 200$$

$$b_1 + b_2 + b_3 = 50 + 110 + 40 = 200$$

Karena:

$$\sum a_i = \sum b_j,$$

maka model ini merupakan model transportasi seimbang. Dengan demikian, tidak diperlukan penambahan sumber atau tujuan semu. Tabel 3.1 dapat langsung digunakan untuk proses perhitungan metode MRM dan AHM

3.4 Prosedur Maximum Range Method (MRM)

Maximum Range Method (MRM) merupakan metode untuk menentukan *Initial Basic Feasible Solution* (IBFS). Metode ini menggunakan selisih biaya maksimum dan minimum pada setiap baris dan kolom sebagai dasar penentuan alokasi.

Langkah-langkah MRM:

1. Menghitung nilai range pada setiap baris dan kolom.
2. Menentukan baris atau kolom dengan range terbesar.
3. Memilih sel dengan biaya terendah pada baris atau kolom tersebut.
4. Memberikan alokasi sebesar $\min(a_i, b_j)$.
5. Memperbarui pasokan atau permintaan.
6. Mengeliminasi baris atau kolom yang sudah terpenuhi.
7. Mengulangi proses hingga seluruh alokasi selesai.

MRM memberikan solusi dasar awal yang akan dibandingkan dengan solusi optimal AHM

3.5 Prosedur AH Method (AHM)

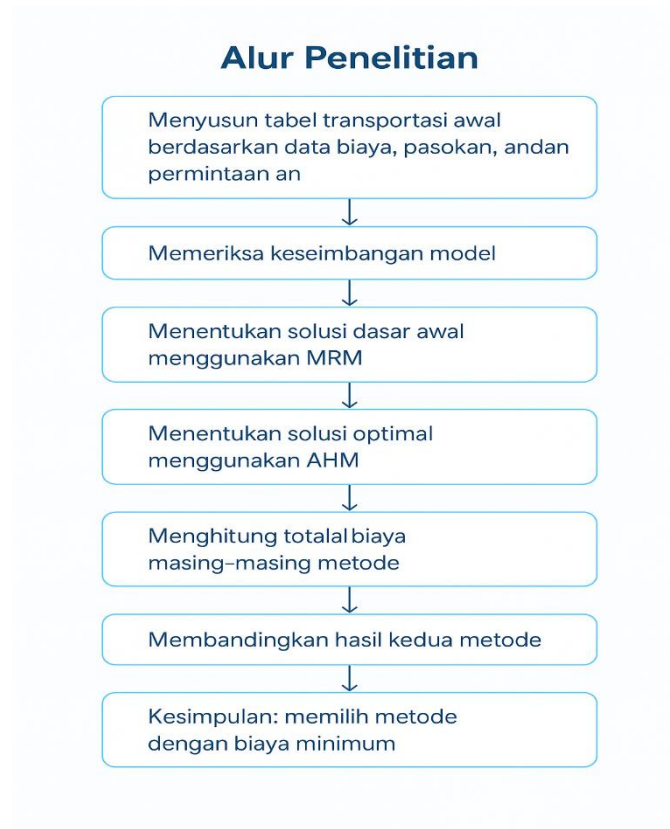
AH Method (AHM) merupakan metode optimasi langsung (*direct optimization method*) yang tidak memerlukan tahap penyusunan solusi awal. Metode ini bekerja dengan memilih biaya minimum global dan secara bertahap memberikan alokasi hingga persediaan dan permintaan terpenuhi.

Langkah-langkah AHM:

1. Menentukan biaya minimum dari seluruh C_{ij} .
2. Memberikan alokasi sebesar $\min(a_i, b_j)$.
3. Memperbarui baris atau kolom yang sudah terpenuhi.
4. Mengulangi proses pemilihan biaya minimum berikutnya.
5. Menghentikan perhitungan ketika seluruh a_i dan b_j terpenuhi.

Metode ini dikenal efisien karena proses perhitungannya sederhana dan langsung

Gambar 3.1 Alur Penelitian



3.6 Alur Umum Penelitian

Alur penyelesaian umum penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menyusun tabel transportasi awal berdasarkan data biaya, pasokan, dan permintaan.
2. Memeriksa keseimbangan model
3. Menentukan solusi awal menggunakan metode MRM.
4. Menghitung solusi optimal menggunakan AHM.
5. Menghitung biaya total masing-masing metode.
6. Membandingkan hasil perhitungan MRM dan AHM.
7. Menyajikan analisis hasil pada Bab 4

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

bagian ini menyajikan struktur awal model transportasi berdasarkan biaya pengiriman, pasokan, dan permintaan. Tabel ditulis menggunakan format blok dua-lapis sesuai struktur model transportasi, di mana setiap sel terdiri dari variabel alokasi X_{ij} pada baris atas dan biaya C_{ij} pada baris bawah. Karena belum dilakukan alokasi, seluruh nilai X_{ij} masih dikosongkan.

Tabel 4.1 Tabel Transportasi Awal

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a_i)
	1	2	3	4	5	6	
1	x_{11}	20	x_{21}	5	x_{31}	8	90
2	x_{21}	15	x_{22}	20	x_{32}	10	60
3	x_{31}	15	x_{23}	10	x_{33}	19	50
Permintaan (b_j)	50	110	40				$\sum a_i = \sum b_j$

Model berada pada kondisi seimbang karena total pasokan sama dengan total permintaan:

$$\sum a_i = 90 + 60 + 50 = 200, \sum b_j = 50 + 110 + 40 = 200.$$

Dengan demikian, perhitungan dapat langsung dilakukan tanpa penambahan sumber atau tujuan semu.

4.1 Penyelesaian Menggunakan Maximum Range Method (MRM)

Maximum Range Method (MRM) digunakan untuk membentuk solusi dasar layak awal dengan memanfaatkan selisih biaya terbesar (*range*) pada setiap baris dan kolom. Nilai *range* dihitung sebagai selisih antara biaya maksimum dan minimum pada suatu baris atau kolom, kemudian alokasi diberikan pada sel dengan biaya minimum pada baris/kolom yang memiliki *range* terbesar.

4.1.1 Perhitungan Range Awal

Dari Tabel 4.1 diperoleh:

- Baris 1: $\max(20, 5, 8) - \min(20, 5, 8) = 20 - 5 = 15$
- Baris 2: $\max(15, 20, 10) - \min(15, 20, 10) = 20 - 10 = 10$
- Baris 3: $\max(25, 10, 19) - \min(25, 10, 19) = 25 - 10 = 15$
- Kolom A: $\max(20, 15, 25) - \min(20, 15, 25) = 25 - 15 = 10$
- Kolom B: $\max(5, 20, 10) - \min(5, 20, 10) = 20 - 5 = 15$
- Kolom C: $\max(8, 10, 19) - \min(8, 10, 19) = 19 - 8 = 11$

Nilai *range* terbesar adalah 15, muncul pada Baris 1, Baris 3, dan Kolom B. Untuk konsistensi, dipilih baris dengan indeks terkecil, yaitu Baris 1. Biaya terkecil pada Baris 1 adalah $C_{12} = 5$.

4.1.2 Iterasi 1 – Alokasi pada sel (1,2)

$$[X_{12} = \min(a_1 = 90, b_B = 110) = 90]$$

Pasokan dan permintaan baru:

- $a_1 = 0$ $a_2 = 60$ $a_3 = 50$
- $b_A = 50$ $b_B = 20$ $b_C = 40$

Tabel 4.2 Iterasi 1 MRM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a_i)
	1	2	3	4	5	6	
1	x_{11}	20	90	5	x_{31}	8	0
2	x_{21}	15	x_{22}	20	x_{32}	10	60

3	X_{31}	25	X_{23}	10	X_{33}	19	50
Permintaan (b_j)	50		20		40		—

Baris 1 selesai (pasokan habis), tetapi kolom B masih menyisakan permintaan sebesar 20.

4.1.3 Perhitungan Range Kedua

Baris dan kolom yang masih aktif: Baris 2, Baris 3; Kolom A, B, C.

- Baris 2: $\max(15, 20, 10) - \min(15, 20, 10) = 10$
- Baris 3: $\max(25, 10, 19) - \min(25, 10, 19) = 15$
- Kolom A: $\max(15, 25) - \min(15, 25) = 10$
- Kolom B: $\max(20, 10) - \min(20, 10) = 10$
- Kolom C: $\max(10, 19) - \min(10, 19) = 9$

Nilai *range* terbesar sekarang adalah 15 pada Baris 3. Biaya minimum pada Baris 3 adalah $C_{32} = 10$.

4.1.4 Iterasi 2 – Alokasi pada sel (3,2)

$$X_{32} = \min(a_3 = 50, b_B = 20) = 20$$

Pasokan dan permintaan baru

- $a_1 = 0, a_2 = 60, a_3 = 30$
- $b_A = 50, b_B = 0, b_C = 40$

Tabel 4.3 Iterasi 2 MRM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a_i)
	1		2		3		
1							0
2	X_{21}	15	X_{22}	20	X_{32}	10	60
3	X_{31}	25	20	10	X_{33}	19	30
Permintaan (b_j)	50		0		40		—

Kolom B sudah terpenuhi ($b_B = 0$), sehingga kolom B dieliminasi dari perhitungan berikutnya.

4.1.5 Perhitungan Range Ketiga (Kolom A dan C)

Yang tersisa: Baris 2 dan 3, Kolom A dan C.

- Baris 2: biaya 15 (A) dan 10 (C) $\rightarrow$ range = 5
- Baris 3: biaya 25 (A) dan 19 (C) $\rightarrow$ range = 6
- Kolom A: biaya 15 dan 25 $\rightarrow$ range = 10
- Kolom C: biaya 10 dan 19 $\rightarrow$ range = 9

Range terbesar = 10, yaitu pada Kolom A. Biaya minimum di Kolom A adalah $C_{21} = 15$.

4.1.6 Iterasi 3 – Alokasi pada sel (2,1)

$$X_{21} = \min(a_2 = 60, b_A = 50) = 50$$

Pasokan dan permintaan baru:

- $a_1 = 0, a_2 = 10, a_3 = 30$
- $b_A = 0, b_B = 0, b_C = 40$
-

Tabel 4.4 Iterasi 3 MRM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1							0
2	50	15			X ₃₂	10	10
3	X ₃₁	25			X ₃₃	19	30
Permintaan (b _j)	0				40		—

Kolom A terpenuhi ($b_A = 0$), sehingga hanya kolom C yang tersisa.

4.1.7 Iterasi 4 dan 5 – Alokasi Sisa di Kolom C

Sisa pasokan dan permintaan:

- $a_2 = 10, a_3 = 30, b_C = 40$

Biaya di Kolom C:

- $C_{23} = 10, C_{33} = 19$

Iterasi 4

$$X_{23} = \min(a_2 = 10, b_C = 40) = 10$$

Pasokan–permintaan baru:

$$[a_2 = 0, a_3 = 30, b_C = 30]$$

Iterasi 5

$$X_{33} = \min(a_3 = 30, b_C = 30) = 30$$

4.1.8 Solusi Akhir MRM

Rekap alokasi:

- $X_{12} = 90, X_{32} = 20, X_{21} = 50, X_{23} = 10, X_{33} = 30$

Tabel 4.5 Solusi Akhir MRM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1	X ₁₁	20	90	5	X ₁₃	8	90
2	50	15	X ₂₂	20	10	10	60
3	X ₃₁	25	20	10	30	19	50
Permintaan (b _j)	50		110		40		—

4.1.9 Total Biaya MRM

$$Z_{MRM} = 5(90) + 10(20) + 15(50) + 10(10) + 19(30)$$

$$Z_{MRM} = 450 + 200 + 750 + 100 + 570 = 2070$$

Jadi, Maximum Range Method (MRM) menghasilkan total biaya transportasi sebesar 2070

4.2 Penyelesaian Menggunakan AH Method (AHM)

AH Method (AHM) merupakan metode optimasi langsung yang menentukan alokasi berdasarkan biaya minimum global pada setiap tahap perhitungan. Berbeda dengan MRM yang menggunakan konsep *range* baris/kolom, AHM selalu memilih sel dengan biaya C_{ij} terkecil di seluruh tabel yang masih aktif, lalu memberikan alokasi min (a_i, b_j) .

Langkah umum AHM:

1. Menentukan biaya minimum dari seluruh C_{ij} yang masih aktif.
2. Memberikan alokasi min (a_i, b_j) pada sel tersebut.
3. Memperbarui nilai pasokan dan permintaan.
4. Menghapus baris atau kolom yang sudah terpenuhi.
5. Mengulangi proses sampai semua pasokan dan permintaan terpenuhi.

4.2.1 Iterasi 1 – Alokasi pada sel (1,2)

Biaya minimum global pada Tabel 4.1 adalah:

$$C_{12} = 5$$

Alokasi:

$$X_{12} = \min(a_1 = 90, b_B = 110) = 9$$

Pasokan–permintaan baru:

$$a_1 = 0, a_2 = 60, a_3 = 50$$

$$b_A = 50, b_B = 20, b_C = 40$$

Tabel 4.6 Iterasi 1 AHM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1	x ₁₁	20		5	x ₃₁	8	0
2	x ₂₁	15	x ₂₂	20	x ₃₂	10	60
3	x ₃₁	25	x ₂₃	10	x ₃₃	19	50
Permintaan (b _j)	50		20		40		—

4.3.2 Iterasi 2 – Alokasi pada sel (2,3)

Dari tabel yang masih aktif (baris 2 dan 3):

Biaya yang tersisa:

- $C_{21} = 15, C_{22} = 20, C_{23} = 10$
- $C_{31} = 25, C_{32} = 10, C_{33} = 19$

Biaya minimum global = 10, muncul pada C_{23} dan C_{32} .

Sesuai urutan baris–kolom, dipilih terlebih dahulu C_{23} .

$$X_{23} = \min(a_2 = 60, b_C = 40) = 40$$

Pasokan–permintaan baru:

$$a_1 = 0, a_2 = 20, a_3 = 50$$

$$b_A = 50, b_B = 20, b_C = 0$$

Tabel 4.7. Iterasi 2 AHM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1	x ₁₁	20	90	5	x ₃₁	8	0
2	x ₂₁	15	x ₂₂	20	40	10	20
3	x ₃₁	25	x ₂₃	10	x ₃₃	19	50
Permintaan (b _j)	50		20		0		—

Kolom C telah terpenuhi ($b_C = 0$), sehingga kolom C dieliminasi.

4.3.3 Iterasi 3 – Alokasi pada sel (3,2)

Sekarang tabel aktif hanya kolom A dan B.

Biaya yang tersisa:

- Baris 2: $C_{21} = 15, C_{22} = 20$
- Baris 3: $C_{31} = 25, C_{32} = 10$

Biaya minimum global = $C_{32} = 10$.

$$X_{32} = \min(a_3 = 50, b_B = 20) = 20$$

Pasokan-permintaan baru:

$$a_1 = 0, a_2 = 20, a_3 = 30$$

$$b_A = 50, b_B = 0, b_C = 0$$

Tabel 4.8 Iterasi 3 AHM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1	x ₁₁	20		5			0
			90				
2	x ₂₁	15	X ₂₂	20			20
3	X ₃₁	25		10			30
			20				
Permintaan (b _j)	50		0				—

Kolom B selesai ($b_B = 0$) → hanya kolom A yang tersisa.

4.3.4 Iterasi 4 dan 5 – Alokasi di Kolom A

Sisa pasokan dan permintaan:

- $a_2 = 20, a_3 = 30, b_A = 50$

Biaya di kolom A:

- C_{21} Iterasi 4

$$X_{21} = \min(a_2 = 20, b_A = 50) = 20$$

Pasokan-permintaan baru:

- $a_2 = 0, a_3 = 30, b_A = 30$

Iterasi 5

$$X_{31} = \min(a_3 = 30, b_A = 30) = 30$$

Semua pasokan dan permintaan telah terpenuhi.

4.3.5 Solusi Akhir AHM

Rekap alokasi AHM:

- $X_{12} = 90, X_{23} = 40, X_{32} = 20, X_{21} = 20, X_{31} = 30$

Tabel 4.9 Solusi Akhir AHM

Sumber (i)	Tujuan (j)						Persediaan (a _i)
	1		2		3		
1	x ₁₁	20		5	x ₃₁	8	90
			90				
2		15		20		10	60
	20		x ₂₂		40		
3		25		10		19	50
	30		20		x ₃₃		
Permintaan (b _j)	50		110		40		—

4.3.6 Total Biaya AHM

$$Z_{AHM} = 5(90) + 10(40) + 10(20) + 15(20) + 25(30)$$

Hitung:

- $5 \times 90 = 450$
- $10 \times 40 = 400$
- $10 \times 20 = 200$
- $15 \times 20 = 300$
- $25 \times 30 = 750$

$$Z_{AHM} = 450 + 400 + 200 + 300 + 750 = 2100$$

Jadi, AH Method menghasilkan total biaya sebesar 2100, lebih tinggi dibandingkan MRM (2070).

4.3 Perbandingan Hasil Maximum Range Method (MRM) dan AH Method (AHM)

Berdasarkan perhitungan kedua metode menghasilkan distribusi yang memenuhi seluruh pasokan dan permintaan, namun dengan pola alokasi dan total biaya yang berbeda. MRM membentuk solusi melalui pemilihan baris/kolom dengan *range* terbesar, sedangkan AHM selalu memilih sel dengan biaya minimum global pada setiap tahap. terlihat bahwa MRM memberikan total biaya yang lebih rendah dibandingkan AHM. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme pemilihan sel berbasis *range* pada MRM lebih efektif mengarahkan alokasi ke rute berbiaya rendah sejak awal proses perhitungan. Sementara itu, AHM tetap memberikan solusi yang layak dan prosedur yang sederhana, tetapi tidak menghasilkan biaya minimum untuk struktur data yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan demikian, untuk model transportasi seimbang pada penelitian ini, MRM dapat dianggap lebih efisien dibandingkan AHM dalam konteks minimasi biaya.

5. Kesimpulan

Penelitian ini membahas penyelesaian model transportasi seimbang menggunakan Maximum Range Method (MRM) dan AH Method (AHM) berdasarkan data biaya, pasokan, dan permintaan yang telah ditetapkan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kedua metode mampu memenuhi seluruh kebutuhan distribusi dan menghasilkan solusi yang layak. Namun demikian, total biaya yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang signifikan. Metode MRM menghasilkan total biaya sebesar 2070, lebih rendah dibandingkan AHM yang menghasilkan biaya sebesar 2100. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa pendekatan pemilihan sel berdasarkan nilai *range* pada MRM lebih efektif dalam mengarahkan alokasi awal menuju rute berbiaya rendah. Sebaliknya, AHM yang mengutamakan pemilihan biaya minimum global cenderung menghasilkan solusi yang lebih sederhana tetapi tidak selalu memberikan biaya minimum. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa MRM lebih efisien digunakan untuk data transportasi pada studi ini, terutama dalam konteks minimasi biaya distribusi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Affandi, *BUKU AJAR RISET OPERASI*. 2019. [Online]. Available: www.irdhcenter.com
- [2] R. Aulia *et al.*, “Analisis Komparatif Vogel’s Approximation Method dan Modified Vogel’s Approximation Method dalam Optimalisasi Transportasi,” *EQUIVA Journal of Mathematics & Information Technology*, vol. 3, no. 1, 2025.
- [3] N. Iftitah, P. Affandi, and A. Yusuf, “PENYELESAIAN MODEL TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE ASM 1*,” vol. 14, no. 1, pp. 40–52, 2020, [Online]. Available: <http://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/epsilon>
- [4] F. A. Wireko, I. D. K. Mensah, E. N. A. Aborhey, S. A. Appiah, C. Sebil, and J. Ackora-Prah, “The maximum range method for finding initial basic feasible solution for transportation problems,” *Results in Control and Optimization*, vol. 19, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.rico.2025.100551.
- [5] H. Bux Kalhor, A. Sattar Soomro, R. Mahmoud Ahmed, and K. Shaikh, “New Optimal AH Method for Solving Transportation Problems,” Online, 2025. [Online]. Available: www.carijournals.org
- [6] I. Firmansyah, M. Rizal Satria, and J. E. Vanesa, “ANALISIS OPTIMALISASI BIAYA PENGIRIMAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LEAST COST PADA PT SINARMAS LOGISTIK INDONESIA,” 2025. [Online]. Available: <https://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/jurnalland>
- [7] M. P. Haidi and P. Affandi, “PENERAPAN ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO) RUTE TERPENDEK STUDI KASUS DISTRIBUSI MINYAK GORENG TOKO CAHAYA BERKAH,” *EQUIVA Journal of Mathematics & Information Technology*, vol. 3, no. 1, 2025.