

## Penerapan Metode Transportasi Untuk Distribusi Material

Megariana<sup>1</sup>, Trisnawanti<sup>2</sup>, Sudarman Supardi<sup>3</sup>, Watono<sup>4</sup>, Muh. Kasim Anies<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: <sup>1</sup>egahaeruddin@gmail.com; <sup>2</sup>trisnawanti1996@yahoo.com; <sup>3</sup>sudarman.supardi@umi.ac.id;

<sup>4</sup>Watono.watono@umi.ac.id; <sup>5</sup>muhkasim.anies@umi.ac.id

---

### ABSTRAK

Model transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur proses distribusi suatu produk (material) dari berbagai sumber yang menyediakan produk (material) ke berbagai tujuan (lokasi proyek). Distribusi ini dilakukan sedemikian rupa sehingga permintaan dari beberapa tempat tujuan dapat dipenuhi dari beberapa sumber material yang masing-masing dapat memiliki permintaan atau kapasitas berbeda. Tujuan dari model transportasi adalah untuk mengatur proses distribusi yang dapat meminimalkan biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan material beton ready mix yang didistribusikan ke setiap titik penempatan material dan untuk mendapatkan biaya minimum distribusi material beton ready mix pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia dengan menerapkan model transportasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *northwest corner rule* dan untuk mengetahui komposisi pada tahap ini apakah sudah minimum dengan menggunakan method of multipliers. Jika belum mencapai biaya minimum maka dilanjutkan dengan metode loop construction. Dengan penerapan model transportasi biaya distribusi material dari tiga sumber material untuk lokasi titik A, titik B, dan titik C pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia dari solusi awal Rp. 8.578.894.760,- menjadi Rp. 8.574.195.800,- dengan besar penurunan sebesar Rp.4.698.960, sehingga rata-rata penurunan 5,48%.

Kata Kunci: model transportasi, distribusi, material beton ready mix, biaya minimal

---

### ABSTRACT

*The transportation model is a method used to regulate the distribution process of a product (material) from various sources that provide the product (material) to various destinations (project locations). This distribution is carried out in such a way that the demand from several destinations can be met from several material sources, each of which can have different requests or capacities. The purpose of the transportation model is to manage distribution processes that minimize costs. This study aims to determine the need for ready mix concrete material that is distributed to each material placement point and to obtain the minimum cost of distribution of ready concrete mix material in the 99 Kubah Center Point of Indonesia mosque construction project by applying a transportation model. The method used in this research is the North West Corner Rule method. To determine the composition at this stage is it a minimum using the method of multipliers. If it has not reached the minimum cost, then continue with the loop construction method. With the application of the transportation model, the cost of material distribution from three material sources for the locations of point A, point B, and point C in the construction project of the 99 Dome Mosque Center Point of Indonesia from the initial solution of Rp. 8,578,894,760, - to Rp. 8,574,195,800, - with a large decrease of Rp. 4,698,960, so the average decrease was 5.48%.*

**Keywords:** *models of transportation, distribution, ready mix concrete material, minimum cost.*

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Masalah lain yang sering dihadapi terkait distribusi adalah membuat keputusan mengenai rute yang dapat meminimalkan biaya distribusi. Proyek konstruksi terdiri dari beberapa bagian pekerjaan dan membutuhkan material yang banyak pula, sehingga dibutuhkan lebih dari satu perusahaan agar kebutuhan akan material dapat terpenuhi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif untuk dapat meminimalkan biaya tersebut, penggunaan metode transportasi untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat yang membutuhkan secara optimal, bisa dijadikan solusi untuk mendapat biaya yang lebih murah.

Di lokasi proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point Of Indonesia ini terdapat tiga titik penempatan material beton *ready mix*, yang kemudian di beri nama titik A, titik B, dan titik C. Titik A terletak di bagian barat daya, Titik B terletak di bagian utara dan titik C terletak di bagian tenggara. Proyek Masjid 99 Kubah Center Point Of Indonesia mendapat *supply* material beton *ready mix* dari tiga sumber material, dengan total anggaran untuk beton *ready mix* proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point Of Indonesia sebesar Rp 8.579.546.941,- biaya ini dapat diminimalkan dengan perencanaan pendistribusian secara tepat.

*North West Corner Rule* (NWCR) merupakan salah satu metode transportasi distribusi yang bisa mengatasi permasalahan pengoptimalan distribusi. Namun kelemahan NWCR adalah tidak mempertimbangkan biaya pengiriman pada sel yang bersangkutan. Adanya kekurangan pada NWCR, maka dioptimalkan lagi dengan *Method Multipliers*, yang kemudian apabila belum mendapatkan hasil yang minimal maka dioptimalkan lagi dengan metode *loop contruktion*.

Dalam penelitian mengenai metode yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya diketahui bahwa metode transportasi dapat meminimalkan biaya proyek. Sehingga penulis tertarik untuk menerapkan metode transportasi pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point Of Indonesia, yang kemudian dituangkan dalam penelitian dengan judul “Penerapan Metode Transportasi Untuk Distribusi Material”.

### 1.2 Rumusan Masalah

- 1) Berapa jumlah kebutuhan material beton *ready mix* yang didistribusikan dari setiap titik penempatan beton *ready mix* pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia ?
- 2) Berapa biaya minimum distribusi material beton *ready mix* pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia dengan menerapkan model transportasi ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mengetahui kebutuhan material beton *ready mix* yang didistribusikan ke setiap titik penempatan material pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia
- 2) Untuk mendapatkan biaya minimum distribusi material beton *ready mix* pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia dengan menerapkan model transportasi.

### 1.4 Manfaat Penelitian

- 1) Sebagai bahan informasi dalam dunia industri jasa konstruksi untuk meminimalkan biaya distribusi material.
- 2) Sebagai referensi pihak kontraktor untuk proyek proyek yang akan datang untuk dapat meminimumkan biaya proyek dengan meminimalkan biaya distribusi material.
- 3) Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

- 4) Sebagai bahan pembelajaran bagi penulis.

$U_1$ : untuk baris 1  
 $V_1$ : untuk kolom 1

**1.5 Batasan Masalah**

- 1) Model transportasi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model transportasi seimbang yaitu total supply = total demand.
- 2) Metode yang digunakan dalam penerapan model transportasi adalah metode Northwest Corner Rule, metode Multipliers dan metode Loop Construction.
- 3) Material yang didistribusikan dalam penelitian ini yaitu beton ready mix dimana beton ready mix ini berasal dari tiga sumber. Lokasi sumber pertama : PT. Bumi sarana beton, PT. Prima Karya Manunggal dan PT. Tristar mandiri.
- 4) Proyek yang menjadi objek penelitian yaitu Proyek Pembangunan masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia

Cara menentukan variabel masuk dalam metode ini adalah :  
 $U_1 + V_1 = C_{11}$  untuk setiap variabel dasar  $X_{11}$  (variabel basik)  
 $C_{11} = U_1 + V_1 - C_{11}$  untuk setiap variabel non dasar  $X_{11}$ , (variabel non basik)

Pada saat perhitungan  $U_1 + V_1 = C_{11}$  untuk setiap variabel dasar  $X_{11}$ , nilai  $U_1 = 0$ . Kemudian untuk variabel non basik, bila bernilai negatif, kondisi proses sudah bisa dikatakan optimum. Jika ada yang positif maka variabel tersebut dipilih sebagai variabel masuk dan jika tabel tersebut belum mencapai biaya minimum untuk unit cost non basic maka dilanjutkan dengan metode loop construction.

**2. Metode Penelitian**

Model yang digunakan dalam mengerjakan penelitian ini yaitu model transportasi. Model ini berkaitan dengan penentuan rencana biaya minimal untuk mendistribusikan barang dari sejumlah sumber material ke sejumlah tujuan. Adapun metode analisis yang digunakan yaitu:

- 1) Metode Northwest Corner Rule (Pojok Kiri atas / sudut barat laut)
- 2) Method Multipliers  
 Setelah semua keperluan permintaan telah dipenuhi, selanjutnya menghitung apakah komposisi pada tahap ini sudah optimum digunakan *mentod of multipliers*, dimana:

- 3) Metode Loop Construction (Metode poligon tertutup)

**3. Hasil dan Pembahasan**

Deskripsi Hasil Penelitian  
 Di lokasi proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia ini terdapat tiga titik penempatan sumber material beton ready mix, yang kemudian diberi nama titik A, Titik B, Dan titik C. Titik A terletak di bagian timur laut, Titik B terletak di bagian timur dan titik C terletak di bagian barat laut. Total anggaran untuk beton ready mix pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia sebesar Rp.8.579.546.941,-

**Tabel 1** Kebutuhan material beton ready mix pada setiap titik penempatan material beton ready mix pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia

No.	Nama	Kebutuhan material beton ready mix
1.	Titik A	2363
2.	Titik B	2471
3.	Titik C	2471
Total kebutuhan material beton ready mix		7412

Penerapan model transportasi ini bertujuan untuk menentukan biaya minimum transportasi material beton ready mix dari 3 sumber yaitu sumber material 1 (SM 1) yang berada di Maccini sombala, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Sumber Material 2 (SM2) yang berada di Daya, Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, dan sumber material 3 (SM 3) yang berada di bonto-bonto, Desa Romangloe, Kecamatan Bontamarannu,

Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Untuk memenuhi kebutuhan material batching plant untuk proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia tersebut telah dilakukan analisa rincian anggaran biaya pelaksanaan terhadap sumber material (SM) di sekitar lokasi proyek dan kebutuhan material di lokasi, data tersebut ditunjukkan dalam tabel sebagai berikut.

**Tabel 2** Alamat sumber material beton ready mix

No.	Nama sumber material	Alamat sumber material beton ready mix
1.	SIM 1	Maccini sombala, Kota Makassar Sulawesi Selatan
2.	SIM 2	Daya Biringkanaya, Kota Makassar Sulawesi Selatan
3.	SIM 3	Bonto-bonto, Desa Romangloe, Kecamatan Bontamaranu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

**Tabel 3** Kapasitas material beton ready mix pada setiap sumber material beton ready mix

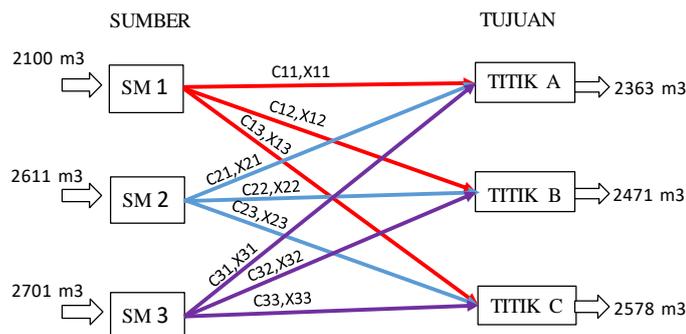
No.	Nama sumber material	Kapasitas material beton ready mix (m <sup>3</sup> )
1.	SIM 1	2100
2.	SIM 2	2611
3.	SIM 3	2701

**Tabel 4** Scenario penggunaan material di setiap sumber

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)
SM 1 (U1)	Rp. 1.151.200,-	Rp. 1.150.800,-	Rp. 1.150.200,-
SM 2 (U2)	Rp. 1.152.200,-	Rp. 1.151.000,-	Rp. 1.150.850,-
SM 3 (U3)	Rp. 1.167.500,-	Rp. 1.168.000,-	Rp. 1.168.420,-

Berdasarkan hasil survey dan analisa biaya distribusi serta kebutuhan atau kapasitas (volume) material beton ready mix untuk pekerjaan proyek

pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia dapat digambarkan dalam model solusi sebagai berikut:



**Gambar 1** Model solusi lintasan distribusi material beton ready mix

Total Supply =  $2100 \text{ m}^3 + 2611 \text{ m}^3 + 2701 \text{ m}^3 = 7412 \text{ m}^3$   
 Total Demand =  $2363 \text{ m}^3 + 2471 \text{ m}^3 + 2578 \text{ m}^3 = 7412 \text{ m}^3$   
 Total Supply = Total Demand = Model Transportasi Seimbang

**3.1 Solusi awal model transportasi**

Dalam menentukan solusi awal dari model transportasi tersebut digunakan **metode Northwest Corner Rule** dengan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Mulai pada pojok kiri atas (barat laut table) dan alokasikan sebanyak mungkin tanpa menyimpang dari batasan penawaran dan permintaan.

- b. Hilangkan baris atau kolom yang tidak dapat dialokasikan lagi, kemudian alokasikan sebanyak mungkin ke kotak di dekat baris atau kolom yang tidak dihilangkan, jika kolom atau baris sudah dihabiskan, pindahkan secara diagonal ke kotak berikutnya.
- c. Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua penawaran telah dihabiskan dan keperluan permintaan telah dipenuhi.

Berikut hasil penerapan model transportasi:

**Tabel 5** Solusi awal

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM1(U1)	Rp 1.151.200 2100 m <sup>3</sup>	Rp 1.150.800 NB	Rp 1.150.200 NB	2100 m <sup>3</sup>
SM2(U2)	Rp 1.152.000 263 m <sup>3</sup>	Rp 1.151.000 2348 m <sup>3</sup>	Rp 1.150.850 NB	2611 m <sup>3</sup>
SM3(U3)	Rp 1.167.500 NB	Rp 1.168.000 123 m <sup>3</sup>	Rp 1.168.420 2578 m <sup>3</sup>	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Variabel yang termasuk dalam variabel basik yaitu U1V1, U2V1, U2V2, U3V2, U3V3. Dan yang termasuk dalam variabel non basik yaitu U1V2, U1V3, U2V3, dan U3V1.

Unit biaya (bagian basik) yaitu :  
 $Z = (2100 \text{ m}^3 \times \text{Rp}.1.151.200,-) X_{11} + (263 \text{ m}^3 \times \text{Rp}.1.152.000,-) X_{21} + (2348 \text{ m}^3 \times \text{Rp}.1.151.000) X_{22} + (123 \text{ m}^3 \times \text{Rp}.1.168.000,-) X_{32} + (2578 \text{ m}^3 \times \text{Rp}.1.168.420) X_{33}$

$$= \text{Rp}.2.417.520.000 X_{11} + \text{Rp}.302.976.000 X_{21} + \text{Rp}.2.702.548.000 X_{22} + \text{Rp}.143.664.000 X_{32} + \text{Rp}.3.012.186.760 X_{33}$$

$$= \text{Rp}.8.578.894.760,-$$

Jadi, biaya pada bagian basik adalah Rp. 8.578.894.760,-

Untuk mengetahui komposisi pada tahap ini apakah sudah minimum dengan

menggunakan Method of Multipliers yaitu :

$$U1+V1 = \text{Rp}.1.151.200,-$$

$$U2+V1 = \text{Rp}.1.152.000,-$$

$$U2+V2 = \text{Rp}.1.151.000,-$$

$$U3+V2 = \text{Rp}.1.168.000,-$$

$$U3+V3 = \text{Rp}.1.168.420,-$$

Jika  $U1 = 0$ , Maka  $V1 = \text{Rp}.1.151.200,-$   
 $U2 = \text{Rp}.800,-$   
 $V2 = \text{Rp}.1.150.200,-$   
 $U3 = \text{Rp}.17.800,-$   
 $V3 = \text{Rp}.1.150.620,-$

Unit cost (bagian non basik) yaitu:

$$C12 = U1 + V2 - C12$$

$$= 0 + \text{Rp}.1.150.200 - \text{Rp}.1.150.800$$

$$= - \text{Rp}.600,-$$

$$C13 = U1 + V3 - C13$$

$$= 0 + \text{Rp}.1.150.620 - \text{Rp}.1.150.200$$

$$= \text{Rp}.420,-$$

$$C23 = U2 + V3 - C23$$

$$= \text{Rp}.800 + \text{Rp}.1.150.620$$

$$\text{Rp}.1.150.850$$

$$= \text{Rp. } 570,-$$

$$C31 = U3 + V1 - C31$$

C31 mempunyai nilai positif terbesar, maka X31 akan menjadi variabel basik. Karena X31 akan berubah dari variabel non basik menjadi variabel basik maka dalam solusi tersebut harus ada yang dikeluarkan dari variabel basik menjadi non basik, hal ini untuk menjaga

$$= \text{Rp. } 17.800 + \text{Rp. } 1.151.200 - \text{Rp. } 1.167.500$$

$$= \text{Rp. } 1500,-$$

keseimbangan antara *supply* dengan *demand* sehingga model tetap seimbang. Untuk menentukan variabel yang akan keluar dapat digunakan **metode loop construction**.

### 3.2 Iterasi tahap 1 model transportasi

**Tabel 6** Iterasi tahap 1

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp. 1.151.200 2100 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.800 NB	Rp. 1.150.200 NB	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp. 1.152.000 - 263 m <sup>3</sup>	Rp. 1.151.000 + 2348 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.850 NB	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp. 1.167.500 + X31	Rp. 1.168.000 - 123 m <sup>3</sup>	Rp. 1.168.420 2578 m <sup>3</sup>	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	247 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Berdasarkan tabel 6 variabel yang akan dikeluarkan dari basik dan berubah menjadi variabel non basik adalah X32

karena mempunyai nilai negatif terkecil yaitu -123 m<sup>3</sup>.

### 3.3 Hasil iterasi tahap 1 model transportasi

**Tabel 7** Hasil iterasi 1

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp. 1.151.200 2100 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.800 NB	Rp. 1.150.200 NB	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp. 1.152.000 140 m <sup>3</sup>	Rp. 1.151.000 2471 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.850 NB	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp. 1.167.500 123 m <sup>3</sup>	Rp. 1.168.000 NB	Rp. 1.168.420 2578 m <sup>3</sup>	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Variabel yang termasuk dalam variabel basik yaitu U1V1, U2V1, U2V2, U3V1, U3V3. Dan yang termasuk dalam variabel non basik yaitu U1V2, U1V3, U2V3 dan U3V2.

Unit biaya (bagian basik) yaitu:

$$Z = (2100 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.151.200,-) X_{11} + (140 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.152.000,-) X_{21} + (2471 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.151.000,-) X_{22} + (123 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.167.500,-) X_{31} + (2578 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.168.420,-) X_{33}$$

$$= \text{Rp. } 2.417.520.000 X_{11} + \text{Rp. } 161.280.000 X_{21} + \text{Rp. } 2.844.121.000$$

$$X_{22} + \text{Rp. } 143.602.500 X_{31} + \text{Rp. } 3.012.186.760 X_{33}$$

$$= \text{Rp. } 8.578.710.260,-$$

Jadi, biaya pada bagian basik adalah Rp. 8.579.362.906,-

Untuk mengetahui komposisi pada tahap ini apakah sudah minimum dengan menggunakan **Method of Multipliers** yaitu :

$$U1+V1 = \text{Rp. } 1.151.200,-$$

$$U2+V1 = \text{Rp. } 1.152.000,-$$

$$U2+V2 = \text{Rp. } 1.151.000,-$$

$$U3+V1 = \text{Rp. } 1.167.500,-$$

$$U3+V3 = \text{Rp. } 1.168.420,-$$

Jika U1 = 0, Maka V1 = Rp. 1.151.200,-

$$U2 = \text{Rp. } 800,-$$

$$V2 = \text{Rp. } 1.150.200,$$

$U3 = \text{Rp. } 16.300,-$   
 $V3 = \text{Rp. } 1.152.120,-$   
 Unit cost (bagian non basik) yaitu :  
 $C12 = U1 + V2 - C12$   
 $= - \text{Rp. } 600,-$   
 $C13 = U1 + V3 - C13$   
 $= \text{Rp. } 1.920,-$   
 $C23 = U2 + V3 - C23$   
 $= \text{Rp. } 2.070,-$   
 $C32 = U3 + V2 - C32$   
 $= \text{Rp. } 420,-$   
 C23 mempunyai nilai positif terbesar, maka X23 akan menjadi variabel basik.

Karena X23 akan berubah dari variabel non basik menjadi variabel basik maka dalam solusi tersebut harus ada yang dikeluarkan dari variabel basik menjadi non basik, hal ini untuk menjaga keseimbangan antara *supply* dengan *demand* sehingga model tetap seimbang. Untuk menentukan variabel yang akan keluar dapat digunakan **metode loop construction**.

**3.4 Iterasi tahap 2 model transportasi**

**Tabel 8** Iterasi tahap 2

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp. 1.151.200 2100 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.800 NB	Rp. 1.150.200 NB	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp. 1.152.000 - 140 m <sup>3</sup>	Rp. 1.151.000 2471 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.850 + X23	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp. 1.167.500 + 123 m <sup>3</sup>	Rp. 1.168.000 NB m <sup>3</sup>	Rp. 1.168.420 - 2578 m <sup>3</sup>	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Berdasarkan tabel 8. variabel yang akan dikeluarkan dari basik dan berubah menjadi variabel non basik adalah X21 karena mempunyai nilai negatif terkecil yaitu -140 m<sup>3</sup>.

**3.5 Hasil iterasi tahap 2 model transportasi**

**Tabel 9** Hasil iterasi tahap 2

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp. 1.151.200 2100 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.800 NB	Rp. 1.150.200 NB	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp. 1.152.000 NB	Rp. 1.151.000 2471 m <sup>3</sup>	Rp. 1.150.850 140 m <sup>3</sup>	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp. 1.167.500 263 m <sup>3</sup>	Rp. 1.168.000 NB	Rp. 1.168.420 2438 m <sup>3</sup>	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Variabel yang termasuk dalam variabel basik yaitu U1V2, U2V2, U2V3, U3V1, U3V3. Dan yang termasuk dalam variabel non basik yaitu U1V2, U1V3, U2V1, dan U3V2.  
 Unit biaya (bagian basik) yaitu :  
 $Z = (2100 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.151.200,-) X_{11} + (2471 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.151.000,-) X_{22} + (140 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.150.850,-) X_{23} + (263 \text{ m}^3 \times$

$\text{Rp. } 1.167.500,-) X_{31} + (2438 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.168.420,-) X_{33}$   
 $= \text{Rp. } 8.578.420.460,-$   
 Jadi, biaya pada bagian basik adalah Rp. 8.578.420.460,-  
 Untuk mengetahui komposisi pada tahap ini apakah sudah minimum dengan menggunakan *Method of Multipliers* yaitu :

$U1+V1 = \text{Rp. } 1.151.200,-$   
 $U2+V2 = \text{Rp. } 1.151.000,-$   
 $U2+V3 = \text{Rp. } 1.150.850,-$   
 $U3+V1 = \text{Rp. } 1.167.500,-$   
 $U3+V3 = \text{Rp. } 1.168.420,-$   
 Jika  $U1 = 0$ , Maka  $V1 = \text{Rp. } 1.151.200,-$

$U3 = \text{Rp. } 16.300,-$   
 $V3 = \text{Rp. } 1.152.120,-$

$U2 = \text{Rp. } 1.270,-$   
 $V2 = \text{Rp. } 1.152.270,-$

Unit cost (bagian non basik) yaitu :

$C12 = U1 + V2 - C12$   
 $= \text{Rp. } 1.470,-$

$C13 = U1 + V3 - C13$   
 $= \text{Rp. } 1.920,-$

$C21 = U2 + V1 - C21$   
 $= -\text{Rp. } 2.070,-$

$C32 = U3 + V2 - C32$   
 $= \text{Rp. } 570,-$

C13 mempunyai nilai positif terbesar, maka X13 akan menjadi variabel basik. Karena X13 akan berubah dari variabel non basik menjadi variabel basik maka dalam solusi tersebut harus ada yang dikeluarkan dari variabel basik menjadi non basik, hal ini untuk menjaga keseimbangan antara *supply* dengan *demand* sehingga model tetap seimbang.

Untuk menentukan variabel yang akan keluar dapat digunakan **metode loop construction**.

### 3.6 Iterasi tahap 3 model transportasi

**Tabel 10** Iterasi tahap 3

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp 1.151.200	Rp 1.150.800	Rp 1.150.200	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp 1.152.000	Rp 1.151.000	Rp 1.150.850	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp 1.167.500	Rp 1.168.000	Rp 1.168.420	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Diagram loop construction: SM1(U1) to Titik A (V1) (-2100), Titik A (V1) to Titik B (V2) (NB), Titik B (V2) to Titik C (V3) (+X13), Titik C (V3) to SM3(U3) (-2438), SM3(U3) to Titik A (V1) (+263 m<sup>3</sup>), Titik A (V1) to SM2(U2) (NB), SM2(U2) to Titik B (V2) (2471), Titik B (V2) to Titik C (V3) (140), Titik C (V3) to SM1(U1) (2100 m<sup>3</sup>).

Berdasarkan tabel 4.10. variabel yang akan dikeluarkan dari basik dan berubah menjadi variabel non basik adalah X12 karena mempunyai nilai negatif terkecil yaitu -2100 m<sup>3</sup>.

### 3.7 Hasil iterasi tahap 3 model transportasi

**Tabel 11** Hasil iterasi tahap 3

Tujuan Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp 1.151.200	Rp 1.150.800	Rp 1.150.200	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp 1.152.000	Rp 1.151.000	Rp 1.150.850	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp 1.167.500	Rp 1.168.000	Rp 1.168.420	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Variabel yang termasuk dalam variabel basik yaitu U1V3, U2V2, U2V3, U3V1, U3V3. Dan yang termasuk dalam variabel

non basik yaitu U1V1, U1V2, U2V1, dan U3V2.

Unit biaya (bagian basik) yaitu :

$$Z = (2100 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.150.200,-}) X_{13} + (2471 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.151.000,-}) X_{22} + (140 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.150.850,-}) X_{23} + (2363 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.167.500,-}) X_{31} + (338 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.168.420,-}) X_{33} = \text{Rp. 8.574.388.460,-}$$

Jadi, biaya pada bagian basik adalah Rp. 8.574.388.460,-

Untuk mengetahui komposisi pada tahap ini apakah sudah minimum dengan menggunakan *Method of Multipliers* yaitu :

$$U1+V3 = \text{Rp. 1.150.200,-}$$

$$U2+V2 = \text{Rp. 1.151.000,-}$$

$$U2+V3 = \text{Rp. 1.150.850,-}$$

$$U3+V1 = \text{Rp. 1.167.500,-}$$

$$U3+V3 = \text{Rp. 1.168.420,-}$$

Jika  $U1 = 0$ , Maka  $V3 = \text{Rp. 1.150.200,-}$

$$U2 = \text{Rp. 650,-}$$

$$V2 = \text{Rp. 1.150.350,-}$$

$$U3 = \text{Rp. 18.220,-}$$

$$V1 = \text{Rp. 1.149.280,-}$$

Unit cost (bagian non basik) yaitu :

$$C11 = U1 + V1 - C11$$

$$= - \text{Rp. 1.920,-}$$

$$C12 = U1 + V2 - C12$$

$$= - \text{Rp. 450,-}$$

$$C21 = U2 + V1 - C21$$

$$= - \text{Rp. 2.070,-}$$

$$C32 = U3 + V2 - C32$$

$$= \text{Rp. 570,-}$$

C32 mempunyai nilai positif terbesar, maka X32 akan menjadi variabel basik. Karena X32 akan berubah dari variabel non basik menjadi variabel basik maka dalam solusi tersebut harus ada yang dikeluarkan dari variabel basik menjadi non basik, hal ini untuk menjaga keseimbangan antara *supply* dengan *demand* sehingga model tetap seimbang.

Untuk menentukan variabel yang akan keluar dapat digunakan *metode loop construction*.

### 3.8 Iterasi tahap 4 model transportasi

Tabel 12 Iterasi tahap 4

Tujuan \ Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp 1.151.200 NB	Rp 1.150.800 NB	Rp 1.150.200 2100 m <sup>3</sup>	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp 1.152.000 NB	Rp 1.151.000 2471 - m <sup>3</sup>	Rp 1.150.850 + 140 m <sup>3</sup>	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp 1.167.500 2363 m <sup>3</sup>	Rp 1.168.000 X32 + m <sup>3</sup>	Rp 1.168.420 - 338 m <sup>3</sup>	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Berdasarkan tabel 4.12. Variabel yang akan dikeluarkan dari basik dan berubah menjadi varibel non basik adalah X31 karena mempunyai nilai negatif terkecil yaitu -337 m<sup>3</sup>.

### 3.9 Hasil iterasi tahap 3 model transportasi

Tabel 13 Iterasi tahap 4

Tujuan \ Sumber	Titik A (V1)	Titik B (V2)	Titik C (V3)	Supply
SM 1(U1)	Rp 1.151.200 NB	Rp 1.150.800 NB	Rp 1.150.200 2100 m <sup>3</sup>	2100 m <sup>3</sup>
SM 2(U2)	Rp 1.152.000 NB	Rp 1.151.000 2133 m <sup>3</sup>	Rp 1.150.850 478 m <sup>3</sup>	2611 m <sup>3</sup>
SM 3(U3)	Rp 1.167.500 2363 m <sup>3</sup>	Rp 1.168.000 338 m <sup>3</sup>	Rp 1.168.420 NB	2701 m <sup>3</sup>
Demand	2363 m <sup>3</sup>	2471 m <sup>3</sup>	2578 m <sup>3</sup>	7412 m <sup>3</sup>

Variabel yang termasuk dalam variabel basik yaitu  $U1V3$ ,  $U2V2$ ,  $U2V3$ ,  $U3V1$ ,  $U3V2$ . Dan yang termasuk dalam variabel non basik yaitu  $U1V1$ ,  $U1V2$ ,  $U2V1$ , dan  $U3V3$ .

Unit biaya (bagian basik) yaitu :

$$Z = (2100 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.150.200,-}) X_{13} + (2133 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.151.000,-}) X_{22} + (478 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.150.850,-}) X_{23} + (2363 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.167.500,-}) X_{31} + (338 \text{ m}^3 \times \text{Rp.1.168.000,-}) X_{32} = \text{Rp. 8.574.195.800,-}$$

Jadi, biaya pada bagian basik adalah Rp. 8.574.195.800,-

Untuk mengetahui komposisi pada tahap ini apakah sudah minimum dengan menggunakan *Method of Multipliers* yaitu :

$$\begin{aligned} U1+V3 &= \text{Rp. 1.150.200,-} \\ U2+V2 &= \text{Rp. 1.151.000,-} \\ U2+V3 &= \text{Rp. 1.150.850,-} \\ U3+V1 &= \text{Rp. 1.167.500,-} \\ U3+V2 &= \text{Rp. 1.168.000,-} \end{aligned}$$

$$\text{Jika } U1 = 0, \text{ Maka } V3 = \text{Rp. 1.150.200,-}$$

$$U2 = \text{Rp. 650,-} \\ V2 = \text{Rp.}$$

$$1.150.350,-$$

$$U3 = \text{Rp. 17.650,-} \\ V1 = \text{Rp.}$$

$$1.149.850,-$$

Unit cost (bagian non basik) yaitu :

$$C11 = U1 + V1 - C11$$

$$= - \text{Rp. 1.350,-}$$

$$C12 = U1 + V2 - C12$$

$$= - \text{Rp. 450,-}$$

$$C21 = U2 + V1 - C21$$

$$= - \text{Rp. 1.500,-}$$

$$C33 = U3 + V3 - C33$$

$$= - \text{Rp. 570,-}$$

Karena **Unit Cost** dalam **Variabel Non Basik** telah mendapatkan **nilai negatif (-)** maka kondisi tersebut telah **minimum**.

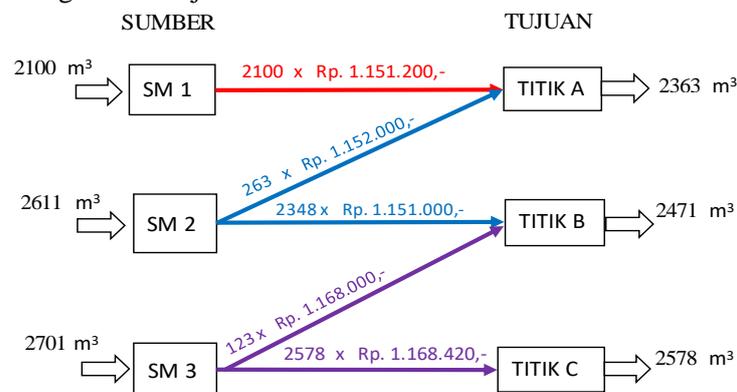
### 3.10 Hasil Penerapan Metode Transportasi

**Tabel 14** Persentase penurunan biaya

Tahap Iterasi	Biaya material
Studi awal	Rp. 8.578.894.760
Iterasi 1	Rp. 8.578.710.260
Iterasi 2	Rp. 8.578.420.460
Iterasi 3	Rp. 8.574.388.460
Iterasi 4	Rp. 8.574.195.800
Penurunan biaya sebesar	Rp. 4.698.960
Presentasi penurunan biaya (rata-rata)	5,48%

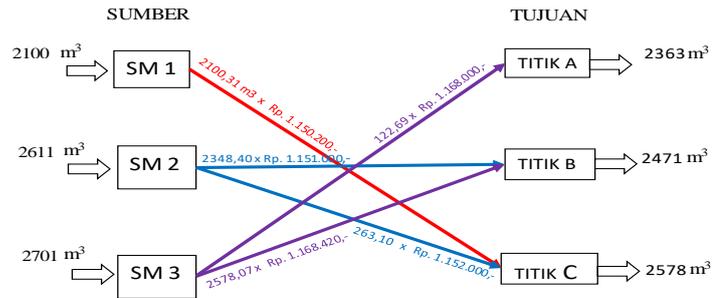
Maka gambaran proses distribusi material beton ready mix pada pekerjaan proyek pembangunan Masjid 99 Kubah

Center Point of Indonesia dapat digambarkan sebagai berikut:



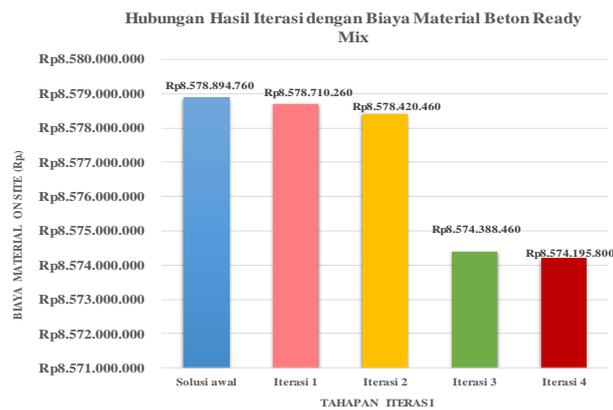
**Gambar 2** Model scenario *supply* material (distribusi material beton ready mix) sebelum penerapan metode transportasi.

## Penerapan Metode Transportasi Untuk Distribusi Material

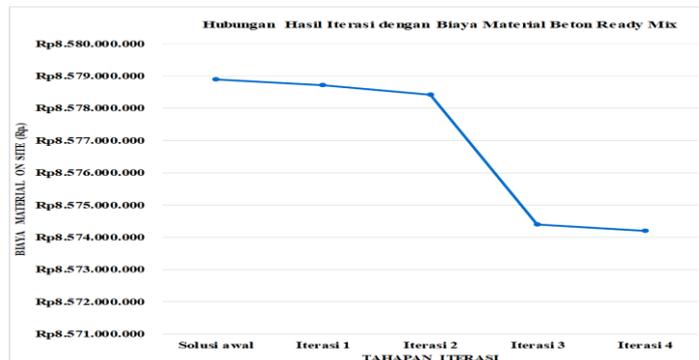


**Gambar 3** Model scenario supply material (distribusi material beton ready mix) setelah penerapan metode transportasi.

Sehingga dapat digambarkan grafik iterasi dengan biaya material beton ready mix sebagai berikut



**Gambar 4** Hubungan hasil iterasi dengan biaya material beton ready mix



**Gambar 5** Hubungan hasil iterasi dengan biaya material beton ready mix.

Jadi, dengan penerapan model transportasi untuk biaya distribusi material beton ready mix dapat diminimumkan sampai mencapai biaya minimum yaitu Rp.8.574.195.800,-

## 4. Penutup

### 4.1 Kesimpulan

1) Proses distribusi material (beton ready mix) dengan penerapan model transportasi menggunakan metode

*Northwest Corner Rule, loop construction dan method of multipliers* pada proyek pekerjaan pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point Of Indonesia, yang terbagi menjadi 3 titik yaitu :

- Titik A membutuhkan material sebanyak 2363 m³ diambil dari:
  - Sumber material 1 (SM1) sebanyak 2100m³
  - Sumber material 2 (SM2) sebanyak 263m³.

- b) Titik B membutuhkan material sebanyak 2471 m<sup>3</sup> diambil dari: Sumber material 2 (SM2) sebanyak 2348m<sup>3</sup>  
Sumber material 3 (SM3) sebanyak 123 m<sup>3</sup>.
  - c) Titik C membutuhkan material sebanyak 2578 m<sup>3</sup> diambil dari: Sumber material 3 (SM3) sebanyak 2578m<sup>3</sup>.
- 2) Penerapan model transportasi dapat meminimalkan biaya distribusi material dari 3 sumber material untuk lokasi titik A, titik B, dan titik C pada proyek pembangunan Masjid 99 Kubah Center Point of Indonesia dari solusi awal Rp. 8.578.894.760,- menjadi Rp. 8.574.195.800,- dengan besar penurunan sebesar Rp.4.698.960, sehingga rata-rata penurunan 5,48%.

#### Daftar Pustaka

- Ali, Haji, N. P., Tarore, H., Walangitan, D. R. O., & Sibi, M. (2013). Aplikasi Metode Stepping-Stone Untuk Optimasi Perencanaan Biaya Pada Suatu Proyek Konstruksi ( Studi Kasus: Proyek Pemeliharaan Ruas Jalan di Senduk, Tinoor, dan Ratahan). *Jurnal Sipil Statik*, 1(8), 571–578.
- Fatimah, N. L. (1992). Implementasi Pengoptimalan Biaya Transportasi Dengan North West Corner Method (Nwcm) Dan Stepping Stone Method (Ssm) Untuk Distribusi Raskin Pada Perum Bulog Sub Divre Semarang. In *Food, Cosmetics and Drug Packaging* (Vol. 1992, Issue 8).
- Meflinda, A., & Mahyarni. (2011). *Riset Operasi.pdf*.
- Purnomo, H. (1967). Manajemen Operasi. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Rusdiana, H., Moh Ali Ramdhani, P. H., & Guru Besar UIN Sunan Gunung Djati Bandung, M. (2014). *Penerbit CV Pustaka Setia Bandung*.  
[http://digilib.uinsgd.ac.id/8788/1/Buku\\_Manajemen\\_Operasi.pdf](http://digilib.uinsgd.ac.id/8788/1/Buku_Manajemen_Operasi.pdf)