

OPTIMASI BIAYA PENGADAAN MATERIAL PROYEK JEMBATAN PIPA PDAM DAN RUMAH DI KECAMATAN TEMAYANG MENGGUNAKAN METODE RAM DAN MODI

Deni Setiawan¹, Kresna Oktafianto²
^{1,2} Universitas PGRI Ronggolawe, Tuban, Indonesia
¹denys3009@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biaya optimal untuk distribusi bahan material ke proyek dengan menggunakan metode transportasi. Proyek Jembatan Pipa PDAM dan Rumah di Kecamatan Temayang yang dilakukan oleh PT. Kaisar Putra Perkasa membutuhkan jumlah material berdasarkan RAB. Pada penelitian ini menggunakan metode Transportasi akan dicari biaya lebih kecil dari RAB, tetapi tidak mengurangi kuantitas dari material yang ditinjau. Metode analisis yang digunakan adalah Metode RAM (*Russel Aproximation Method*), kemudian optimasi menggunakan Metode MODI (*Modified Distribution*). Penelitian ini menggunakan jenis penelitian terapan. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan sekunder yang dikumpulkan secara langsung di tempat penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi Metode RAM dan MODI dapat meminimumkan biaya pengadaan material dari beberapa sumber material untuk lokasi proyek Jembatan Pipa PDAM dan Rumah di Kecamatan Temayang dari solusi yang dihitung oleh perusahaan yaitu Rp32.325.000 menjadi Rp29.764.586 dengan selisih penurunan sebesar Rp2.560.414.

Kata Kunci: Optimasi Biaya; Pengadaan Material; RAM; MODI

Abstract

This study aimed to determine the optimal cost for the distribution of materials to the project using the transportation method. The PDAM and House Pipe Bridge Project in Temayang District were carried out by PT Kaisar Putra Perkasa required the amount of material based on the RAB. In this study using the Transportation method, a smaller cost than the RAB was sought, but did not reduce the quantity of the material under review. The analysis method used was the RAM Method (Russel Approximation Method), then optimization was done using the MODI (Modified Distribution) Method. This research used the type of applied research. The types of data used were primary and secondary data collected directly at the research site. The results of this study indicated that the combination of RAM and MODI Methods could minimize the cost of procuring materials from several material sources for the PDAM and House Pipe Bridge project sites in Temayang District from the solution calculated by the company which was Rp32,325,000 to Rp29,764,586 with a difference of Rp2,560,414.

Keywords: Cost Optimization; Material Procurement; RAM; MODI

Pendahuluan

Proyek adalah serangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya yang tersedia dan bertujuan untuk melaksanakan tugas yang telah

ditetapkan (Fazis & Tugiah, 2022). Dalam proyek pembangunan konstruksi, terdapat berbagai tujuan akhir yang harus difokuskan. Untuk mencapai tujuan tersebut tentunya harus dilandasi oleh persiapan yang matang, misalnya kualitas bahan, administrasi biaya, perencanaan bangunan, penggunaan waktu yang efektif, dan lain-lain yang dikeluarkan sesuai kebutuhan proyek. (Fahri M et al., 2024).

Pengadaan material adalah salah satu faktor penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Hal ini menjadi penting karena apabila terjadi kendala pada proses pengadaan barang tersebut, maka akan berakibat pada pekerjaan proyek yang terhambat dan akan berpengaruh pada pekerjaan lainnya (Sholeh et al., 2014). Seperti proyek pembangunan jembatan pipa PDAM dan rumah di Kecamatan Temayang yang dilakukan oleh PT. Kaisar Putra Perkasa. Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan material sering kali menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi keseluruhan anggaran proyek. Sehingga untuk memastikan proyek dapat berjalan dengan lancar, anggaran lebih efisien, dan efektif dibutuhkan optimasi biaya (Apriana, 2024).

Penelitian mengenai optimasi biaya telah banyak dilakukan. Optimasi biaya bertujuan untuk meminimalisir pengeluaran tanpa mengurangi kualitas atau kinerja, sehingga perusahaan dapat mencapai efisiensi dan efektivitas yang lebih baik (Lumentut et al., 2021). Dalam proyek pembangunan infrastruktur, pengadaan material yang tepat dan efisien tidak hanya berdampak pada biaya, tetapi juga pada kualitas dan daya tahan bangunan yang dihasilkan. Jika terjadi kesalahan dalam pengadaan material, hal ini bisa mengakibatkan pemborosan, keterlambatan, bahkan kegagalan proyek (Ahmad, 2024). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk optimasi salah satunya adalah Metode RAM (*Russel Aproximation Method*). Metode ini telah terbukti mampu untuk memberikan biaya distribusi yang mendekati biaya optimal (Andriani & Cipta, 2023).

Metode RAM merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya pengadaan material. Metode ini berfokus pada analisis dan perhitungan yang sistematis untuk menentukan kombinasi material yang paling efisien (Edmon, 2020). Metode RAM merupakan salah satu solusi awal pada metode transportasi distribusi yang bisa mengatasi permasalahan pengoptimalan distribusi. Namun, beberapa solusi awal dengan menggunakan metode RAM masih perlu dioptimalkan. Maka perlu dilakukan pengoptimalan biaya lagi dengan menggunakan *Modified Distribution* (MODI) sebagai solusi akhir, agar biaya cenderung lebih optimal (Puspita, 2021). Solusi dengan metode MODI adalah metode

penyelesaian kasus transportasi, dimana kelebihan dari metode ini adalah penentuan sel kosong yang bisa menghemat biaya, dan dapat dilakukan dengan prosedur yang lebih pasti dan tepat (Alfianti et al., 2021).

Dengan menerapkan metode ini, diharapkan dapat diperoleh solusi yang optimal dalam proyek pengadaan material, sehingga biaya yang dikeluarkan dapat diminimalkan tanpa mengorbankan kualitas dan keselamatan konstruksi.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian terapan. Penelitian dilakukan di PT. Kaisar Putra Perkasa Kabupaten Tuban. Pengumpulan data berupa data primer yaitu melakukan wawancara dengan bagian Administrasi Lapangan dan dengan melakukan analisis terhadap dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) di PT. Kaisar Putra Perkasa. Proyek yang diteliti adalah proyek pembangunan jembatan pipa PDAM dan rumah berukuran 8m x 12m di Kecamatan Temayang. Jenis material yang akan di optimasi dalam proyek tersebut adalah pasir, semen, dan *batu split*. Jenis kendaraan yang digunakan untuk mengangkut material pasir dan *batu split* menggunakan *dump truck* dengan kapasitas 6m³, sedangkan kendaraan yang digunakan untuk mengangkut material semen adalah colt L300 dengan ritase 50 sak. Data yang diperoleh di PT. Kaisar Putra Perkasa selanjutnya dilakukan analisis dan perhitungan. Tahapan analisis data adalah sebagai berikut: (1) Perhitungan solusi awal menggunakan metode RAM, (2) Melakukan uji optimasi menggunakan metode MODI. Penggunaan metode RAM dan MODI dijelaskan di bawah pada point 1 dan 2.

Metode RAM (*Russel Approximation Method*)

Metode RAM adalah metode penyusunan tabel awal dengan menggunakan pendekatan selisih biaya terbesar antara biaya distribusi masing-masing sel dengan selisih biaya terbesar antara biaya distribusi masing-masing baris dan kolom dimana sel itu berada (Pipit dkk., 2020). Secara sistematis dapat dirumuskan dengan:

$$\Delta_{ij} = C_{ij} - R_i - T_j \quad (1)$$

Keterangan:

Δ_{ij} : Selisih biaya distribusi *russel*

C_{ij} : Biaya distribusi 1 unit barang dari sumber ke tujuan

R_i : Biaya distribusi terbesar baris ke- i

T_j : Biaya distribusi terbesar pada kolom ke- j

Mencari nilai R_i dan T_j

$$R_i = \max (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}) \quad (2)$$

$$T_j = \max (c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{mj}) \quad (3)$$

Adapun langkah-langkah untuk menyelesaikan RAM yaitu:

- Mencari nilai R_i dan nilai T_j , dengan memilih biaya terbesar pada masing-masing baris dan kolom, pada Persamaan (2) dan Persamaan (3).
- Menghitung selisih biaya distribusi (Δ_{ij}), Persamaan (1).
- Memilih Δ_{ij} yang bernilai paling negatif. Jika Δ_{ij} mempunyai dua nilai yang sama atau lebih pada setiap sel, maka dipilih biaya distribusi paling kecil.
- Mengalokasikan sel yang telah dipilih dengan memilih $\min(a_i, b_j)$.
- Melakukan langkah c dan d berulang kali sampai permintaan dan penawaran terpenuhi.

Metode MODI (*Modified Distribution*)

Metode MODI atau *Modified Distribution* merupakan metode yang mengubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi yang optimal dengan menggunakan suatu indeks perbaikan yang berdasarkan pada nilai baris dan nilai kolom. Metode MODI ini memiliki syarat yang harus terpenuhi, yaitu banyaknya kotak terisi harus sama dengan banyaknya baris ditambah banyaknya kolom dikurang satu. Cara untuk menentukan nilai baris dan nilai kolom menggunakan persamaan:

$$R_i + K_j = C_{ij} \quad (4)$$

Keterangan :

R_i : Nilai baris ke i

K_j : Nilai baris ke j

C_{ij} : Biaya pengangkutan 1 unit barang dari sumber i ke tujuan

Salah satu metode yang digunakan untuk uji optimalisasi yakni Metode *Modified Distribution* (MODI). Metode *Modified Distribution* (MODI) menghitung indeks yang akan ditingkatkan ialah tanpa menggambarkan semua jejak tertutup yang akan ditelusuri.

Metode MODI disebut juga metode faktor pengali atau *multiplier*. Cara iterasinya sama seperti metode batu loncatan. Perbedaan utama terjadi pada cara pengevaluasian variabel non basis, atau penentuan penurunan ongkos transport per unit untuk tiap variabel (Soplanit dkk., 2019). Cara ini dikembangkan berdasarkan teori dualitas, (*multiplier* U_i) dan untuk setiap kolom ke- j disebut bilangan kolom (*Multiplier* V_j) sehingga untuk setiap variabel basis X_{ij} diperoleh persamaan:

$$U_i + V_j = C_{ij} \tag{5}$$

Cara pengisiannya ditentukan terlebih dahulu U_i atau V_j secara sembarang misalnya $u_i = 0$, dengan demikian menggunakan persamaan (3.9) dapat diperoleh nilai U_i dan V_j yang lain. Setelah U_i dan V_j terisi semua maka untuk semua variabel non basis dapat dihitung dengan persamaan :

$$Z_{ij} - C_{ij} = U_i + V_j - C_{ij} \tag{6}$$

Akan diperoleh tabel optimal jika semua $Z_{ij} - C_{ij} \geq 0$ (semua positif atau nol). Jika tabel belum optimal cara menentukan variabel yang masuk menjadi basis (*Entering Variable*) dan variabel yang keluar basis (*Leaving Variable*).

Hasil dan Pembahasan

Metode RAM (*Russell Aproximation Method*) dan Metode MODI (*Modified Distribution*) dapat digunakan dalam pengoptimalan biaya distribusi material proyek. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Metode RAM mampu untuk memberikan hasil yang cukup optimal dalam pengadaan material. Misalnya, Metode RAM yang diterapkan untuk optimasi biaya pengiriman minuman Coca Cola di Medan dan hasilnya menunjukkan kasus telah optimal dengan biaya pengiriman yang sangat rendah (Laksono, 2019). Penelitian serupa di bidang pertanian juga menunjukkan keberhasilan Metode RAM dan MODI dalam mengoptimalkan biaya distribusi pupuk, seperti penelitian yang dilakukan oleh Mushalifah (2024) yang berjudul Model Transportasi Distribusi pada Data Pendistribusian Pupuk Toko MA'77 Kecamatan Bengalon Dengan Mengaplikasikan Metode Pendekatan *Russell*. Maka dapat diaplikasikan pada pendistribusian material pasir, semen, dan batu *split* untuk pembangunan proyek jembatan pipa PDAM dan Rumah di Kecamatan Temayang.

Perhitungan Kebutuhan Material

Material yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek jembatan pipa PDAM di Kecamatan Temayang yang dikerjakan oleh PT. Kaisar Putra Perkasa yaitu 11 m³ pasir, 133 sak semen, dan 17 m³ batu *split*. Kebutuhan material secara rinci dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan material proyek jembatan pipa PDAM

No	Bagian Proyek	Kebutuhan Material		
		Pasir (m ³)	Semen (Sak)	Batu <i>Split</i> (m ³)
1	Pondasi	3	36	4,5
2	Struktur Besar	5,25	63	7,875
3	Struktur Kecil	2,22	26,64	3,33

4	Pondasi Luar	0,648	7,776	0,972
Total		11,118 \approx 11	133,416 \approx 133	16,677 \approx 17

Sedangkan material yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek rumah ukuran 8mx12m di Kecamatan Temayang adalah 12 m³ pasir, 174 sak semen, dan 19 m³ batu *split*. Kebutuhan material secara rinci dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan material proyek rumah ukuran 8x12m

No	Bagian Proyek	Kebutuhan Material		
		Pasir (m ³)	Semen (Sak)	Batu <i>Split</i> (m ³)
1	Pondasi	6	72	9
2	<i>Sloof</i>	0,6	7,2	0,9
3	Kolom	0,3375	4,05	0,50625
4	Balok	0,6	7,2	0,9
5	Lantai	4,8	57,6	7,2
6	Dinding	4	26	-
Total		12,378 \approx 12	174,05 \approx 174	18,50625 \approx 19

Pasokan kebutuhan material proyek terdapat di tiga lokasi toko material yang berbeda. Pemilihan toko material berdasarkan jarak terdekat antara toko material dengan proyek di Kecamatan Temayang. Pasokan kebutuhan material pasir, semen, dan batu *split* dapat dilihat secara rinci pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Pasokan material pasir

No	Lokasi Sumber	Pasokan Material Pasir (m ³)
1	Pasir Pak Muji	80
2	Pasir Mbak Nur	60
3	<i>Stockpile</i> Pohwates	120
Total		260

Tabel 4. Pasokan material semen dan batu *split*

No	Lokasi Sumber	Pasokan Material	
		Semen (Sak)	Batu <i>Split</i> (m ³)
1	UD. Putra Jaya Abadi	250	24
2	TB. Hasil Karya	100	10
3	TB. Mbak Pukis	120	13
Total		470	43

Biaya Unit Material

Dalam penelitian ini juga diperoleh tentang jenis transportasi apa yang digunakan dan biaya transportasi yang dikeluarkan untuk per unit material. Biaya unit material dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 5. Biaya pengiriman material pasir/ m³

Toko Material	Proyek Jembatan Pipa PDAM	Proyek Rumah
Pasir Pak Muji	231.333	234.666
Pasir Mbak Nur	259.500	261.666
<i>Stockpile</i> Pohwates	255.833	256.666

Tabel 1. Biaya pengiriman material batu *split*/ m³

Toko Material	Proyek Jembatan Pipa PDAM	Proyek Rumah
UD. Putra Jaya Abadi	200.833	202.500
TB. Hasil Karya	200.000	203.000
TB. Mbak Pukis	228.333	231.666

Tabel 2. Biaya pengiriman material semen/ sak

Toko Material	Proyek Jembatan Pipa PDAM	Proyek Rumah
UD. Putra Jaya Abadi	58.000	58.400
TB. Hasil Karya	52.600	53.000
TB. Mbak Pukis	56.000	56.400

Perhitungan Solusi Awal

Berdasarkan hasil analisa jumlah permintaan kebutuhan material \neq jumlah pasokan material, maka model transportasi ini disebut dengan model transportasi tidak seimbang. Untuk menyelesaikan model transportasi yang tidak seimbang dapat dilakukan dengan cara memasukkan variabel *artificial*, dimana bila jumlah permintaan melebihi pasokan, maka dibuat suatu sumber dummy yang akan mensupply kekurangan tersebut. Sebaliknya, bila jumlah pasokan melebihi permintaan, maka dibuat suatu tujuan dummy yang akan menyerap kelebihan tersebut. Jumlah kebutuhan material dan jumlah pasokan material dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah permintaan dan pasokan material

Material	Jumlah Permintaan	Jumlah Pasokan
Pasir (m ³)	23	260
Batu <i>Split</i> (m ³)	36	47
Semen (sak)	307	470

Maka untuk penerapan model transportasi dengan menggunakan metode RAM dapat diuraikan sebagai berikut :

Material Pasir

Tahap 1: Membuat model transportasi dengan penambahan variabel dummy

Tabel 9. Model transportasi material pasir dengan penambagan variabel dummy

Tujuan Sumber	Proyek		Dummy	Pasokan (m ³)
	Jembatan Pipa PDAM	Rumah		
Pasir Pak Muji	231.333	234.666	0	80
Pasir Mbak Nur	259.500	261.666	0	60
<i>Stockpile</i> Pohwates	255.833	256.666	0	120
Permintaan (m ³)	11	12	237	260

Tahap 2 : Mengolah data menggunakan metode RAM yaitu dimulai dengan menghitung biaya distribusi terbesar sampai semua sel terpenuhi lalu menghitung biaya pengiriman optimal.

Tabel 10. Perhitungan biaya transportasi material pasir menggunakan metode RAM

Tujuan Sumber	Proyek		Dummy	Pasokan (m ³)
	Jembatan Pipa PDAM	Rumah		
Pasir Pak Muji	231.333 11	234.666 12	0 57	80
Pasir Mbak Nur	259.500 -	261.666 -	0 60	60
<i>Stockpile</i> Pohwates	255.833 -	256.666 -	0 120	120
Permintaan (m ³)	11	12	237	260

Biaya transportasi material pasir menggunakan metode RAM adalah $Z = (11 \times 231.33) + (12 \times 234.666) + (57 \times 0) + (60 \times 0) + (120 \times 0) = 5.360.655$

Maka total biaya transportasi untuk mendistribusikan material pasir menggunakan metode RAM adalah sebesar Rp5.360.655.

Material Batu *Split*

Tahap 1: Membuat model transportasi dengan penambahan variabel dummy.

Tabel 11. Model transportasi material batu *split* dengan penambahan variabel dummy

Tujuan Sumber	Proyek		Dummy	Pasokan (m ³)
	Jembatan Pipa PDAM	Rumah		
UD. Putra Jaya Abadi	200.833	202.500	0	24
TB. Hasil Karya	200.000	203.000	0	10
TB. Mbak Pukis	228.333	231.666	0	13
Permintaan (m ³)	17	19	11	47

Tahap 2 : Mengolah data menggunakan metode RAM yaitu dimulai dengan menghitung biaya distribusi terbesar sampai semua sel terpenuhi lalu menghitung biaya pengiriman optimal.

Tabel 12. Perhitungan biaya transportasi material batu *split* menggunakan metode RAM

Tujuan Sumber	Proyek		Dummy	Pasokan (m ³)
	Jembatan Pipa PDAM	Rumah		
UD. Putra Jaya Abadi	200.833 5	202.500 19	0 -	24
TB. Hasil Karya	200.000 10	203.000 -	0 -	10
TB. Mbak Pukis	228.333 2	231.666 -	0 11	13
Permintaan (m ³)	17	19	11	47

Biaya transportasi optimal material batu *split* menggunakan metode RAM adalah $Z = (5 \times 200.833) + (19 \times 202.500) + (10 \times 200.000) + (2 \times 228.333) + (11 \times 0) = 7.308.331$

Maka total biaya transportasi untuk mendistribusikan material pasir menggunakan metode RAM adalah sebesar Rp7.308.331.

Material Semen

Tahap 1: Membuat model transportasi dengan penambahan variabel dummy

Tabel 13. Model transportasi material semen dengan penambahan variabel dummy

Tujuan Sumber	Proyek		Dummy	Pasokan (sak)
	Jembatan Pipa PDAM	Rumah		
UD. Putra Jaya Abadi	58.000	58.400	0	250
TB. Hasil Karya	52.600	53.000	0	100
TB. Mbak Pukis	56.000	56.400	0	120
Permintaan (sak)	133	174	163	470

Tahap 2 : Mengolah data menggunakan metode RAM yaitu dimulai dengan menghitung biaya distribusi terbesar sampai semua sel terpenuhi lalu menghitung biaya pengiriman optimal.

Tabel 14. Perhitungan biaya transportasi material semen menggunakan metode RAM

Tujuan Sumber	Proyek		Dummy	Pasokan (sak)
	Jembatan Pipa PDAM	Rumah		
UD. Putra Jaya Abadi	58.000 -	58.400 87	0 163	250
TB. Hasil Karya	52.600 100	53.000 -	0 -	100
TB. Mbak Pukis	56.000 33	56.400 87	0 -	120
Permintaan (sak)	133	174	163	470

Biaya transportasi optimal material semen menggunakan metode RAM adalah $Z = (87 \times 58.400) + (163 \times 0) + (100 \times 52.600) + (33 \times 56.000) + (87 \times 56.400) = 17.095.600$

Maka total biaya transportasi untuk mendistribusikan material pasir menggunakan metode RAM adalah sebesar Rp17.095.600.

Perhitungan Solusi Akhir (Uji Optimasi)

Material Pasir

Untuk menguji apakah solusi yang diperoleh dengan metode RAM sudah optimal atau masih ada kemungkinan untuk memperoleh total biaya yang lebih kecil dari yang dihasilkan oleh metode RAM, maka akan digunakan metode MODI. Dimana untuk menerapkan metode ini pada masalah transportasi, maka perlu untuk di cek apakah solusi awal metode RAM tidak mengalami degenerasi, yaitu memenuhi aturan: jumlah rute yang digunakan sama dengan jumlah baris di tambah jumlah kolom dikurangi satu. Dengan kata lain, jumlah rute yang digunakan dalam solusi awal metode RAM harus terdiri dari $3+3-1=5$ rute yang digunakan. Artinya syarat terpenuhi seperti pada Tabel 10, Tabel 12, dan Tabel 14.

Sebagai solusi optimum untuk menghasilkan total biaya transportasi material pasir yang paling minimum digunakan metode MODI dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai indeks pada masing-masing baris dan kolom, dengan menggunakan rumus $R_i + K_j = C_{ij}$, dimana R_i merupakan nilai indeks pada baris i , K_j merupakan nilai indeks pada kolom j dan C_{ij} adalah biaya distribusi dari sumber i ke tujuan j . Pemberian nilai indeks ini harus berdasarkan pada sel yang telah terisi atau digunakan. Sebagai alat bantu untuk memulai pencarian nilai indeks, maka nilai baris pertama (R_1) ditetapkan sama dengan nol.
- b. Menggunakan rumus ($R_i + K_j = C_{ij}$) untuk memperoleh nilai indeks seluruh baris dan kolom.

$$R_1 = 0$$

$$R_1 + K_1 = C_{11} \qquad 0 + K_1 = 231.333 \qquad K_1 = 231.333$$

$$R_1 + K_2 = C_{12} \qquad 0 + K_2 = 234.666 \qquad K_2 = 234.666$$

$$R_1 + K_3 = C_{13} \qquad 0 + K_3 = 0 \qquad K_3 = 0$$

$$R_2 + K_3 = C_{23} \qquad R_2 + 0 = 0 \qquad R_2 = 0$$

$$R_3 + K_3 = C_{33} \qquad R_3 + 0 = 0 \qquad R_3 = 0$$

- c. Menghitung nilai indeks perbaikan pada setiap sel kosong dengan rumus

$X_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$. Hasil perhitungan indeks perbaikan dapat dilihat sebagai berikut:

$$X_{21} = C_{21} - R_2 - K_1 = 259.500 - 0 - 231.333 = 28.167$$

$$X_{22} = C_{22} - R_2 - K_2 = 261.666 - 0 - 234.666 = 27.000$$

$$X_{31} = C_{31} - R_3 - K_1 = 255.833 - 0 - 231.333 = 24.500$$

$$X_{32} = C_{32} - R_3 - K_2 = 256.666 - 0 - 234.666 = 22.000$$

Hasil perhitungan nilai X_{ij} tidak ada yang bernilai negatif yang artinya tabel diatas sudah optimal. Dengan demikian solusi yang dihasilkan oleh Metode RAM sudah optimal. Maka pengalokasian metode MODI sama dengan metode RAM serta biaya yang dikeluarkan untuk material pasir yaitu sebesar Rp 5.360.655.

Material batu *split*

Sebagai solusi optimum untuk menghasilkan total biaya transportasi yang paling minimum digunakan metode MODI dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai indeks pada masing-masing baris dan kolom, dengan menggunakan rumus $R_i + K_j = C_{ij}$, dimana R_i merupakan nilai indeks pada baris i , K_j merupakan nilai indeks pada kolom j dan C_{ij} adalah biaya distribusi dari sumber i ke tujuan j . Pemberian nilai indeks ini harus berdasarkan pada sel yang telah terisi atau digunakan. Sebagai alat bantu untuk memulai pencarian nilai indeks, maka nilai baris pertama (R_1) ditetapkan sama dengan nol.
- b. Menggunakan rumus ($R_i + K_j = C_{ij}$) untuk memperoleh nilai indeks seluruh baris dan kolom.

$$R_1 = 0$$

$$R_1 + K_1 = C_{11} \qquad 0 + K_1 = 200.833 \qquad K_1 = 200.833$$

$$R_1 + K_2 = C_{12} \qquad 0 + K_2 = 202.500 \qquad K_2 = 202.500$$

$$R_2 + K_1 = C_{21} \qquad R_2 + 200.833 = 200.000 \qquad R_2 = -833$$

$$R_3 + K_1 = C_{31} \qquad R_3 + 200.833 = 228.333 \qquad R_3 = 27.500$$

$$R_3 + K_3 = C_{33} \qquad 27.500 + K_3 = 0 \qquad K_3 = -27.500$$

- c. Menghitung nilai indeks perbaikan pada setiap sel kosong dengan rumus

$X_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$. Hasil perhitungan indeks perbaikan dapat dilihat sebagai berikut:

$$X_{13} = C_{13} - R_1 - K_3 = 0 - 0 - (-27.500) = 27.500$$

$$X_{22} = C_{22} - R_2 - K_2 = 203.000 - (-833) - 202.500 = 1.333$$

$$X_{23} = C_{23} - R_2 - K_3 = 0 - (-833) - (-27.500) = 28.333$$

$$X_{32} = C_{32} - R_3 - K_2 = 231.666 - 27.500 - 202.500 = 1.666$$

Hasil perhitungan nilai X_{ij} tidak ada yang bernilai negatif yang artinya Tabel diatas sudah optimal. Dengan demikian solusi yang dihasilkan oleh Metode RAM sudah optimal. Maka pengalokasian metode MODI sama dengan metode RAM serta biaya yang dikeluarkan untuk material Batu *Split* yaitu sebesar Rp 7.308.331.

Material semen

Sebagai solusi optimum untuk menghasilkan total biaya transportasi yang paling minimum digunakan metode MODI dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai indeks pada masing-masing baris dan kolom, dengan menggunakan rumus $R_i + K_j = C_{ij}$, dimana R_i merupakan nilai indeks pada baris i , K_j merupakan nilai indeks pada kolom j dan C_{ij} adalah biaya distribusi dari sumber i ke tujuan j . Pemberian nilai indeks ini harus berdasarkan pada sel yang telah terisi atau digunakan. Sebagai alat bantu untuk memulai pencarian nilai indeks, maka nilai baris pertama (R_1) ditetapkan sama dengan nol.
- b. Menggunakan rumus ($R_i + K_j = C_{ij}$) untuk memperoleh nilai indeks seluruh baris dan kolom.

$$R_1 = 0$$

$$R_1 + K_2 = C_{12} \qquad 0 + K_2 = 58.400 \qquad K_2 = 58.400$$

$$R_1 + K_3 = C_{13} \qquad 0 + K_3 = 0 \qquad K_3 = 0$$

$$R_3 + K_2 = C_{32} \qquad R_3 + 58.400 = 56.400 \qquad R_3 = -2.000$$

$$R_3 + K_1 = C_{31} \qquad -2000 + K_1 = 56.000 \qquad K_1 = 58.000$$

$$R_2 + K_1 = C_{21} \qquad R_2 + 58.000 = 52.600 \qquad R_2 = -5.400$$

- c. Menghitung nilai indeks perbaikan pada setiap sel kosong dengan rumus

$X_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$. Hasil perhitungan indeks perbaikan dapat dilihat sebagai berikut:

$$X_{11} = C_{11} - R_1 - K_1 = 58.000 - 0 - 58.000 = 0$$

$$X_{22} = C_{22} - R_2 - K_2 = 53.000 - (-5.400) - 58.400 = 0$$

$$X_{23} = C_{23} - R_2 - K_3 = 0 - (-5.400) - 0 = 5.400$$

$$X_{33} = C_{33} - R_3 - K_3 = 0 - (-2.000) - 0 = 2.000$$

Hasil perhitungan nilai X_{ij} tidak ada yang bernilai negatif yang artinya Tabel diatas sudah optimal. Dengan demikian solusi yang dihasilkan oleh Metode RAM sudah optimal. Maka pengalokasian metode MODI sama dengan metode RAM serta biaya yang dikeluarkan untuk material Semen yaitu sebesar Rp 17.095.600.

Dari hasil perhitungan menggunakan metode RAM dan MODI total anggaran yang harus dikeluarkan untuk proyek jembatan pipa PDAM dan rumah di Kecamatan Temayang untuk material pasir sebesar Rp5.360.655, material semen sebesar Rp17.095.600, material batu *splint* sebesar Rp7.308.331 dengan total keseluruhan adalah Rp29.764.586. Sedangkan total biaya

pengadaan material sebelumnya yang dilakukan oleh PT. Kaisar Putra Perkasa untuk material untuk pasir, semen, dan batu split adalah sebesar Rp32.325.000.

Simpulan dan Saran

Optimasi yang dihasilkan dengan metode RAM dan metode MODI menghasilkan biaya yang lebih minimum dibandingkan dengan perhitungan yang dilakukan oleh perusahaan. Dimana perhitungan yang dilakukan perusahaan yaitu Rp32.325.000 untuk pengadaan material proyek di Kecamatan Temayang, Kabupaten Bojonegoro, sedangkan perhitungan menggunakan metode RAM dan metode MODI yaitu Rp29.764.586, selisih Rp2.560.414 dari perhitungan yang dilakukan oleh perusahaan. Untuk penelitian selanjutnya perlu adanya analisis dengan metode lain agar lebih akurat yang berguna sebagai pembanding dan memperhatikan faktor-faktor kendala lain seperti waktu dan penjadwalan proyek.

Referensi

- Ahmad, D. A. (2024). *PENGARUH MANAJEMEN MATERIAL TERHADAP PRODUKTIVITAS KERJA PROYEK KONSTRUKSI MASJID PHINISI KUBAH EMAS MAKASSAR*.
- Alfianti, W., Kurnia, R., Oktaviani, R., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Metode Modified Distribution (Modi) Untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Produk Alat Kesehatan. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(2), 166–179. <https://doi.org/10.46306/lb.v2i2.66>
- Andriani, P., & Cipta, H. (2023). Optimasi Biaya Distribusi Kusen Pintu Menggunakan Model Transportasi Northwest Corner Method, Russel Approximation Method, dan Stepping Stone. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 58. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5224>
- Apriana, N. S. (2024). *Analisis Risiko Rantai Pasok Material Terhadap Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung*. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.01.6>
- Edmon, A. (2020). OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN RUSSEL'S APPROXIMATION METHOD (RAM) DAN TOCM-SUM APPROACH METHOD. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Fahri M, Rakhmawati F, P. D. (2024). *OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PEMBANGUNAN BOX UNDERPASS PROYEK JALAN TOL RUAS SIGLI-BANDA ACEH DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERT DAN EVM*. 7, 44–56.
- Fazis, M., & Tugiah, T. (2022). Perencanaan Proyek dan Penjadwalan Proyek. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(12), 1365–1377. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v2i12.517>
- Laksono, Y. (2019). Optimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Minuman Dalam kemasan Dengan Metode Russel Aproximation Methode (RAM) (Studi kasus: PT. Coca Cola Amatil Indonesia Medan). *Jurnal Pelita Informatika*, 7(April), 453–456.
- Lumentut, L. N. F., Morasa, J., & Pinatik, S. (2021). Penerapan Activity Based Management

- Untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Hotel Diantha Bitung Implementation of Activity Based Management To Improve Efficiency At Hotel Diantha Bitung. *Jurnal EMBA*, 9(3), 812–821.
- Mushalifah, M., Syaripuddin, S., Deny, F., & Amijaya, T. (2024). *Model Transportasi Distribusi pada Data Pendistribusian Pupuk Toko Ma ' 77 Kecamatan Bengalon dengan Mengaplikasikan Metode Pendekatan Russel*. 3(2), 40–49.
- Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, T. (2020). Optimisasi Biaya Transportasi Pengiriman Paket Jalur Nugraha Ekakurir Di Sumatera Utara Dengan Russel Approximation Methode (RAM). *Journal GEEJ*, 7(2).
- Puspita, C. P. (2021). *Minimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Dengan Penerapan Metode Stepping Stone dan Modified Distribution (MODI) Pada PT. Tirta Sukes Perkasa*.
- Sholeh, M. N., Wibowo, M. A., & Kristiani, F. (2014). Analisis proses pengadaan material proyek konvensional dan proyek Engineering Procurement Construction (EPC) (Studi kasus : Proyek pembangunan Gunawangsa Merr Apartement Surabaya dan Proyek EPC 1 Banyu Urip Cepu). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(December 2014), 1149–1160.
- Soplanit, P. P. G., Dundu, A. K. T., & Mangare, J. B. (2019). Optimasi Biaya Distribusi Material Dengan Kombinasi Metode Nwc (North West Corner) Dan Modi (Modified Distribution) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1633–1640.