Jurnal KONSTRUKSI : teKNik, infraSTRUKtur, dan SaIns
Program Pascasarjana UMI

Vol. 01, No. 11 Tahun 2022
E-ISSN: XXXX-XXXX

Minimalisasi Harga Sirtu dengan Metode Transportasi pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Sampeang-Tallang Bulawang Kabupaten Luwu

Usdin [1*], Abd Karim Hadi [2], Ratna Musa [3]

1*) Magister Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar,
usdinbinamargaluwu@gmail.com
2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

In the world always expect maximum profit and savings both in terms of use of resources and time. Today the business world in Indonesia is experiencing rapid development. This is marked by the existence of large-scale projects being built, either by the government, the private sector or a collaboration of the two. This phenomenon is an opportunity as well as a challenge for construction service business actors. Luwu is one of the regencies in the province of South Sulawesi, Indonesia. In detail, it consists of North Luwu Regency, East Luwu Regency and Palopo City, which is an expansion of the Luwu Regency area. In this research discusses minimizing the cost of the amount of material distributed to each quarry after being analyzed using the transportation method. The difference from transportation costs before calculating the transportation method is Rp. 239,071,387 and after Optimum conditions it costs Rp. 204,188.071 with a price difference of Rp. Rp. 35,883,316

Keywords: Cost, Iteration, Quarry, Variabel Basic.

Abstrak

Dalam dunia selalu mengharapkan keuntungan maksimum dan penghematan baik dari segi penggunaan sumber daya maupun waktu. Dewasa ini dunia usaha di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat. Hal ini ditandai dengan adanya proyek berskala besar yang dibangun, baik oleh pemerintah, swasta ataupun kolaborasi keduanya. Fenomena ini merupakan peluang sekaligus tantangan bagi pelaku usaha jasa konstruksi. Luwu merupakan satu dari sekian kabupaten yang berada di provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Secara rinci terdiri dari Kabupaten Luwu Utara, Kabupaten Luwu Timur dan Kota Palopo, yang merupakan pemekaran wilayah Kabupaten Luwu. Penelitian ini membahas meminimalkan biaya material yang didistribusikan dari masing-masing quarry setelah dianalisis menggunakan metode Transportasi.dan perbedaan biaya yang dibutuhkan untuk transportasi pengiriman material sebelum dan sesudah dianalisis menggunakan metode transportasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selisih dari biaya transportasi sebelum dilakukan perhitungan metode transportasi adalah sebesar Rp.239.071.387 dan setelah kondisi Optimum mneghasilkan biaya sebesar Rp. 204.188.071 dengan selisih harga Rp. Rp. 35.883.316.

Kata Kunci: Biaya, Iterasi, Quarry, Variabel Basic.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan beberapa metode dengan tujuan untuk menghemat penggunaan sumber daya antara lain dengan menggunakan ilmu manajemen sains, dimana metode ini menggunakan beberapa istilah yang kesemuanya termasuk dalam “Program Linier”, dengan nama antara lain Assignment Methods, yang membahas tentang proses pelelangan dimana satu perusahaan hanya boleh memenangkan satu paket kontrak, Transshipment Method dalam metode ini bertujuan untuk menghemat biaya transportasi material yang sejenis dengan tidak mengurangi kuantitas dari material juga tidak mengurangi kualitasnya. Selain itu ada beberapa metode yang melengkapi Transshipment Method untuk melakukan penyelesaian

metode ini antara lain Loop Cosnstruction, North West Corner Rule, Close Polygon, Multipliers Method, Vogel's Approximation Method (VAM), Stepping Stone Method, Metode Biaya Terendah (Least Cost), dan metode-metode lain yang mendukung metode transportasi ini.

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang mempunyai jangka waktu tertentu dengan sumber daya terbatas untuk melaksanakan suatu tugas yang telah ditentukan berupa pembangunan/perbaikan sarana fasilitas (gedung, jalan, jembatan, bendungan), atau berupa kegiatan penelitian/pengembangan. Dari pengertian tersebut, maka proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan akhir, sumber daya terbatas, dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang ditentukan. Sumber daya pada proyek kontruksi biasanya berupa: tenaga kerja, material, peralatan, metode, dan finansial. Semakin besar skala proyek konstruksi maka potensi resiko proyek konstruksi akan semakin berkembang. Risiko–risiko itu akan dapat menjadi kendala dalam penyelesaian pekerjaan sesuai dengan kualifikasi yang telah ditentukan yaitu pelaksanaan pekerjaan diselesaikan tepat pada waktunya dengan biaya pengeluaran yang paling minimum (Saragih, 2014).

Luwu merupakan satu dari sekian kabupaten yang berada di provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Saat ini, luas wilayah Kabupaten Luwu dalam data Badan Pusat Statistik 2021, yakni 2.909,08 km2, dan berdasarkan Badan Pusat Statistik 2021 jumlah penduduk Kabupaten Luwu sebanyak 365.608 jiwa, dengan kepadatan 126 jiwa/km2. Kabupaten Luwu memindahkan pusat pemerintahan dari kota Palopo ke Kecamatan Belopa, sejak tahun 2006, seiring ditetapkannya Belopa sebagai ibu kota Kabupaten Luwu berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 80 Tahun 2005, dan diresmikan menjadi ibu kota sejak 13 Februari 2006. Pemekaran Palopo membuat Luwu menjadi satu-satunya kabupaten/kota di Indonesia yang wilayahnya tidak menyatu.

Suatu proyek perlu dilakukan studi kelayakan untuk menghindari keterlanjuran investasi modal. Investasi yang dilakukan harus diperhitungkan secara cermat dan tepat dengan menggunakan perhitungan yang kompleks. Hal tersebut dilakukan untuk membantu tugas owner dan investor dalam pengambilan keputusan terkait pembangunan proyek baru. Dengan biaya investasi pembangunan proyek yang besar, maka perlu diketahui apakah proyek ini layak dilihat dari beberapa aspek yang akan dianalisis (Prasetya, 2017).

Menurut Tandelilin (2010), investasi merupakan komitmen atas sejumlah dana atas sumberdaya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan di masa mendatang. Dalam masa perkembangan dan persaingan bisnis yang semakin ketat, tentunya diperlukan analisa investasi yang matang. Menurut Husnan dan Suwarsono (1984) dalam bukunya yang berjudul Studi Kelayakan Proyek, mengatakan bahwa tujuan dilakukannya studi kelayakan adalah untuk menghindari keterlanjuran penanaman modal yang terlalu besar untuk kegiatan yang ternyata tidak menguntungkan. Oleh karena itu, penting adanya perencanaan sebelum implementasi proyek sebagai dasar pengambilan keputusan investasi.

Salah satu proyek yang memerlukan perhitungan investasi adalah proyek pembangunan peningkatan Jalan Ruas Sampeang – Tallang Bulawang kabupaten Luwu, investasi disini adalah dengan menghitung secara manajemen sains, yang selama ini belum pernah diterapkan pemakaian metode ini, lebih jauh penggunaan metode ini akan menghemat biaya transportasi material (yang sejenis) dari suatu pengambilan material ke lokasi proyek yang dituju. Investsi yang dimaksud disini adalah jumlah biaya yang telah dilelang pada Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan telah dimenangkan oleh suatu perusahaan penyedia jasa, dimana ada pengurangan biaya dari RAB, dengan tidak mengurangi jumlah material yang digunakan serta tidak mengurangi mutu atau spesifikasi material itu sendiri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan biaya yang dibutuhkan untuk transportasi pengiriman material sebelum dan sesudah dianalisis menggunakan metode transportasi.

2. METODE

A. Lokasi Proyek

Lokasi Proyek ini terletak di Desa Sampeang Kecamatan Bajo Barat dan Desa Talang Bulawang Kecamatan Bajo, Kabupaten Luwu dengan tujuan untuk peningkatan jalan dengan sumber dana dari Dana Alokasi Khusus (DAK) Reguler Tahun Anggaran 2022. Proyek ini menggunakan material terbanyak adalah material timbuan pilihan dari sumber galian (Sirtu).

Jarak quarry ke STA dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

Tabel 1 Jarak Sumber Quarry ke tujuan

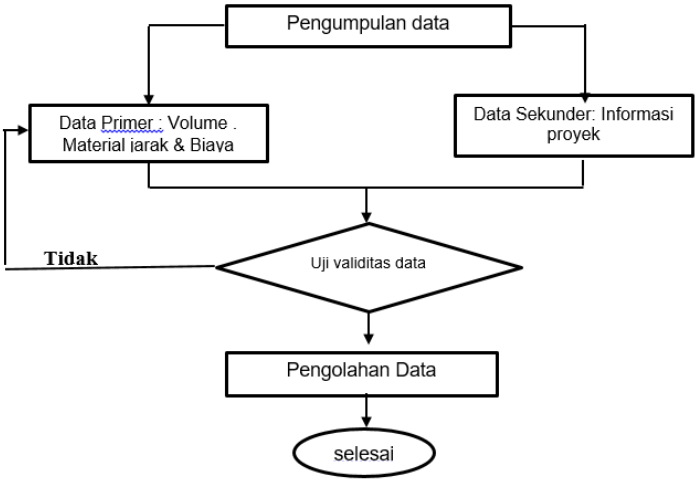
Quarry	Jarak (STA 0+000 – STA 0+500) ke quarry	Jarak STA 1+000 – STA 1+500 ke quarry	Jarak STA 1+500 – STA 2+000 ke quarry	Jarak STA 2+000 – STA 2+500 ke quarry	Jarak STA 2+500 – STA 3+000 ke quarry
I.	8,98 Km	8,23 Km	7,73 Km	7,23 Km	6,73 Km
II.	3,25 Km	4,25 Km	4,75 Km	5,25 Km	5,75 Km
III.	5,25 Km	6,25 Km	6,75 Km	7,25 Km	7,75 Km

Volume material perSTA :

- STA 0+000 – STA 0+500 = 475,50 M3
- STA 1+000 – STA 1+500 = 570,13 M3
- STA 1+500 – STA 2+000 = 758,75 M3
- STA 2+000 – STA 2+500 = 595,00 M3
- STA 2+500 – STA 3+000 = 642,25 M3

B. Metode Analisis Data

Adapun metode yang akan digunakan merupakan metode komparatif atau membandingkan data berdasarkan data material yang termuat dalam dokumen kontrak, yang akan dibandingkan adalah selisih biaya pada RAB dan setelah diterapkan dengan metode transportasi. Data untuk penelitian ini menggunakan metode transportasi, dimana mengkombinasikan beberapa metode yaitu; metode North West Ruler Corner atau biasa disebut dengan nama metode Barat Daya dengan dimulai pada sel pojok kiri atas dari tabel matriks, dan dilakukan beberapa kali iterasi sampai mencapai fungsi biaya “Z” terkecil. Kemudian metode berikut adalah menggunakan method of multipliers, dengan menggunakan notasi-notasi “U” dan “V” ,pada perhitungan nilai varibel basic dan variabel non – basic, dimana pada metode ini semua nilai U1 = 0, dan dikatakan perhitungan sudah mencapai titik optimal apabila semua nilai dari variabel non – basic telah bernilai nol atau negative. Untuk melengkapi perhitungan dari metode transportasi ini, digunakan juga metode loop construction, dimana menggunakan sistem polygon tertutup, yaitu penggunaan anak panah yang dimulai pada sel non-basic yang akan berubah menjadi sel basic, pergerakan dari anak panah ini secara horizontal dan vertical dengan arah mengikuti putaran jarum jam.



Gambar 1 Metode Analisis Data

3. PEMBAHASAN

A. Data Umum Proyek

Data umum proyek pada peningkatan jalan ruas Sampeang-Talang Bulawang secara lengkap dapat diperlihatkan pada tabel berikut :

- Nama Proyek : Peningkatan Jalan Ruas Sampeng-Talang Bulawang
- Lokasi Proyek : Melintasi Desa Sampeang Kecamatan Bajo Barat dan Desa Talang Bulawang Kecamatan Bajo
- Pemilik Proyek : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kab. Luwu
- Konsultan Perencana : CV. ASSIST MEDIA CONSULTANT
- Kontraktor Pelaksana : CV. ALGAISTA UTAMA
- Konsultan Pengawas : CV. ASSIST MEDIA CONSULTANT
- Waktu Pelaksanaan : 180 (Seratus Delapan Puluh Hari) Kalender
- Sumber Dana : Dana Alokasi Khusus (DAK) Reguler Tahun 2022
- Nilai Proyek : 8.617.076.400,- (Delapan Miliar Enam Ratus Tujuh Belas Juta Tujuh Puluh Enam Ribu Empat Ratus Rupiah)
- Panjang Jalan : 4.48 km dan
- Lebar Jalan : 5.50 m

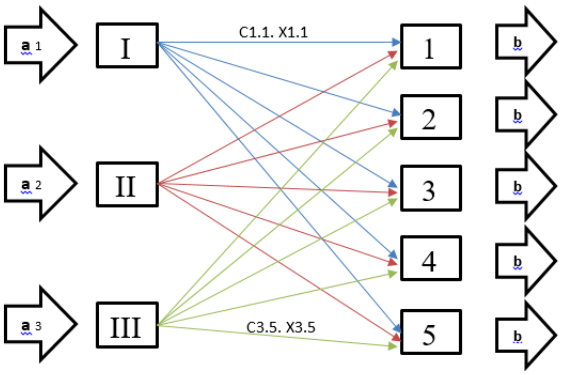
Jenis Pekerjaan yang dikerjakan adalah Pekerjaan meliputi ;

1. Divisi 1 Umum, berupa mobolisasi, manajemen dan keselamatan lalulintas dan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Divisi 2 drainase berupa galian untuk selokan dan saluran air dan gorong-gorong pipa beton bertulang diameter dalam 80 cm
3. Divisi 3 pekerjaan tanah dan geosintetik berupa timbunan tanah dari sumber galian (sirtu) dan penyiapan badan jalan
4. Divisi 4 pekerjaan beburutir dan perkerasan berupa lapis pondasi agregat kelas A
5. Divisi 5 Pekerjaan Aspal Berupa Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi Dan Laston Lapis Aus (AC-WC)

6. Divisi 7 Struktur berupa beton struktur Fc'20 Mpa, beton, Fc'15 Mpa, baja tulangan polos-BjTP 280 dan pasangan batu
7. Divisi 8 pekerjaan harian dan lain-lain berupa marka jalan termoplastik

B. Distribusi dan Model Solusi

Untuk menyelesaikan analisis transportasi digambar dengan model solusi dari sumber ke tujuan seperti **Gambar 2** berikut



Gambar 2 Model Solusi

Dimana :

a 1 = Jumlah suplly pada sumber I
a 2 = Jumlah supply pada sumber II
a 3 = Jumlah supply pada sumber III
b 1 = Jumlah demand pada tujuan I
b 2 = Jumlah demand pada tujuan II
b 3 = Jumlah demand pada tujuan III
b 4 = Jumlah demand pada tujuan IV
b 5 = Jumlah demand pada tujuan V
Ci.j = Harga satuan transportasi antara sumber i dan tujuan j
Xi.j = Kuantitas yang ditransportasikan dari Sumber i ke tujuan j

Kendala:

Kendala supply $= \frac{N}{Z} Xij \leq$ a 1, dengan i =I, II, III

j=1

Kendala Demand $= \frac{M}{Z} Xij \geq$ b1 dengan j = I, II, III, IV, V

i=1

Kendala ketidak negative = Xij ≥ 0, untuk semua i dan j

Objektifnya minimumkan Z = $\sum\sum$ Cij, Xij

i=1 j=1

Persamaan awal untuk semua variabel Basic dan non basic adalah :

f(z) = C11.X11+C12.X12+……+C35.X35

dimana jumlah seluruh variabel = 15 yang terdiri dari variabel basic dan variabel non basic. Volume material per STA dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Pembulatan volume material

No	STA	Jumlah Material (m^3)	Pembulatan (m^3)
1	0+000 – 0+500	475.50	476
2	1+000 – 1+500	570.13	570
3	1+500 – 2+000	758.75	759
4	2+000 – 2+500	595.00	595
5	2+500 – 3+000	642.25	642
Jumlah Material		**3041,63**	**3.042**

Setelah proses pembulatan sumber material dari ketiga sumber Quarry dibagi menjadi 3 yaitu :

- Quarry I = 682 m^3,
- Quarry II = 1.600 m^3
- Quarry III = 760 m^3

C. Analisis Biaya Material

Dari **Tabel 2** sesuai kontrak biaya transportasi dump truck dari sumber ke tujuan sebesar Rp. 12.287/km/m^3. Untuk Memudahkan perhitungan harga maka dibulatkan seperti pada **Tabel 3** berikut ini

Tabel 3 Pembulatan Biaya transport dari sumber ke tujuan

D. I	C11	C12	C13	C14	C15
	Rp. 110.337	Rp. 101,122	Rp. 94,978	Rp. 88,835	Rp. 82,691
II	C21	C22	C23	C24	C25
	Rp. 39,932	Rp. 52,219	Rp. 58,363	Rp. 64.506	Rp. 70,650
III	C31	C32	C33	C34	C35
	Rp. 64,506	Rp. 76,793	Rp. 82,937	Rp. 89,08	Rp. 95,224

Setelah proses pembulatan sumber material dan biaya transportasi material ke tujuan, maka secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4 Volume dan biaya transportasi material dari sumber ke tujuan

Tujuan	STA					
Sumber	1	2	3	4	5	
I	110.337	101.122	94.978	88.835	82.691	682
	X11	X12	X13	X14	X15	
II	39.932	52.219	58.363	64.506	70.650	1600
	X21	X22	X23	X24	X25	
III	64.506	76.793	82.937	89.080	95.224	760
	X31	X32	X33	X34	X35	
	476	570	759	595	642	**3.042**

Persamaan dari persoalan transportasi ini, kemudian ditulis dalam bentuk persamaan sumber (quarry) dan tujuan (STA) seperti bentuk di bawah ini.

Persamaan sumber :

$$C11X11 + C12X12 + C13X13 + C14X14 + C15X15 = 682$$
$$C21X21 + C22X22 + C23X23 + C24X24 + C25X25 = 1600$$
$$C31X31 + C32X32 + C33X33 + C34X34 + C35X35 = 760$$

Persamaan Tujuan :

$C11X11 + C21X21 + C31X31 = 476$
$C12X12 + C22X22 + C32X32 = 570$
$C13X13 + C23X23 + C33X33 = 759$
$C14X14 + C24X24 + C34X34 = 595$
$C15X15 + C25X25 + C35X35 = 642$
Dengan $f(z) = C11X11 + C12X12 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + C35X35$,
Terpenuhi dengan jumlah variabel basic.

Solusi awal dari persoalan transportasi pada program linear ini adalah diselesaikan dengan metode North West Rule Cesner atau penyelesaian awal dikolom kiri atas dari tabel matriks, dan menggunakan notasi-notasi pada metode Of Multipliers terhadap sumber (quarry) dan tujuan (STA) seperti pada **Tabel 5**

Tabel 5 Matriks dengan Multipliers

	V1	V2	V3	V4	V5	
U1	110.337	101.122	94.978	88.835	82.691	682
	X11	X12	X13	X14	X15	
U2	39.932	52.219	58.363	64.506	70.650	1600
	X21	X22	X23	X24	X25	
U3	64.506	76.793	82.937	89.080	95.224	760
	X31	X32	X33	X34	X35	
	476	570	759	595	642	**3.042**

Dari analisis data maka selanjutnya dilakukan pembahasan tabel demi tabel dengan pengulangan beberapa kali tabel Iterasi sehingga tercapai solusi minimum.

Pada solusi awal diselesaiakan dengan metode North West Rule Corner atau penyelesaian pada pojok kiri atas dari table matriks dengan cara sebagai berikut :

a. Langkah ke-1, pada baris pertama dan kolom pertama dilihat jumlah material antara sumber dan tujuan, oleh karena pada tujuan I (V1) = 476 m^3 sedangkan pada sumber I (U1) = 682 m^3, maka yang ditulis pada baris 1 dan kolom 1 atau pada Sel X11 = 476 m^3.
b. Langkah ke-2, pada kolom 1 dilihat Sel X11 = 476 m^3, sedangkan tujuan 1 = 476 m^3, ini berarti Sel X21 dan Sel X31 = Variabel non basic yang tidak mempunyai nilai (Tabel 4.7).
c. Langkah ke-3, baris pertama Sel X11 = 476 m^3, sedangkan sumber 1 = 682 m^3, maka selisih antara X11 dan sumber 1 ditulis pada kolom 2 dengan melihat nilai terkecil antara tujuan 2 dan Sel X12, nilai yang terkecil dari selisih tersebut diisikan pada Sel X12 = 206 m^3 (Tabel 4.7).
d. Langkah ke-4, pada kolom ke-2, X12 = 206 m^3 kemudian tujuan 2 = 570 m^3, maka nilai X22 adalah selisih antara tujuan 2 dengan X12 yaitu 570 m^3 - 206 m^3 = 364 m^3
e. Langkah ke-5, pada baris ke-2 kolom ke-2, nilai sel X22 adalah selisih anatara tujuan 2 = 570 m^3 dengan sel X12 = 260 m^3 yaitu = 364 m^3, nilai ini lebih kecil dari sumber 2 yaitu sebesar 1600 m^3
f. Langkah ke-6, pada kolom ke-3 baris ke-2, selisih anatar sumber 2 dan sel X22 dibandingkan dengan tujuan 3 berarti = 759 m^3
g. Langkah ke-7, sel X33 = Variabel Non Basic, untuk kolom ke-4 baris ke-2, sel X24 = selisih antara sumber 2 dengan sel X22 dan sel X23, sehingga hasil untuk X24 = 477 m^3 dan sel X25 = Variabel Non Basic.
h. Langkah ke-8, nilai sel X34 adalah selisih antara tujuan 4 dan sel X24, maka diperoleh nilai sel X34 = 118 m^3, nilai ini lebih kecil dari sumber 3 yaitu = 760 m^3

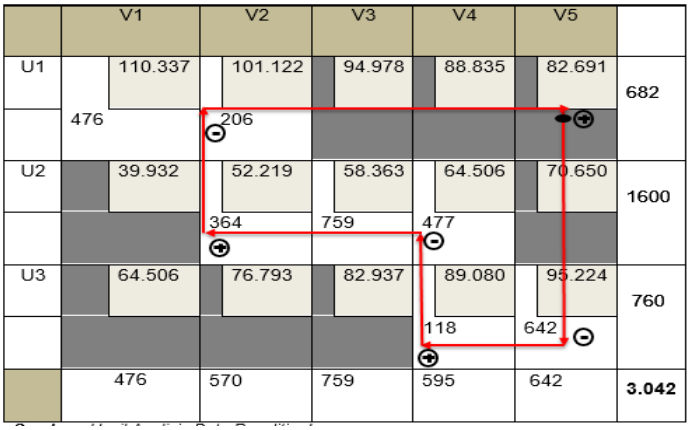
i. Langkah ke-9, nilai sel X35 adalah selisih antara tujuan 3 dan sel X24, yaitu sebesar = 642 m^3

Hasil akhir diperlihatkan pada Tabel 4.7 sebagai iterasi pertama, kemudian padaTabel 4.7 dapat dilihat jumlah Variabel Basic yaitu sebanyak jumlah kolom ditambah jumlah baris dikurangi 1 (satu), dan mempunyai sifat degenasi atau sifat anak tangga yaitu terlihat urutannya : X11 → X12 →X22 →X23 → X24 → X34 → X35 yang merupakan Variabel Basic.

Dari Langkah ke-1 sampai dengan langkah ke-10, dapat dijelaskan bahwa untuk langkah ke-1 dihitung dengan menggunakan metode North West Rule Corner, sedangkan langkah ke-2 sampai dengan langkah ke-9 dihitung dengan menggunakan metode Loop Construction, kemudian untuk mencari besarnya nilai U dan V digunakan metode Multipliers dengan rumus untuk Variabel Basic ; U + V = C dan Variabel Non Basic ; U + V – C = 0

E. Nilai Iterasi.

Dari hasil tabulasi data kemudian dibuatkan tabel untuk menghitung kebutuhan biaya transportasi dibutuhkan iterasi sesuai dengan langkah pada **Gambar 3** sebagai berikut :



Gambar 3 Iterasi pertama

$f(z1) = X11.C11 + X12.C12 + X22.C22 + X23.C23 + X24.C24 + X384.C24 + X34.C34 + X35.C35$

yang merupakan variabel basic.

$f(z1) = 52.520.412 + 20.831.132 + 19.007.716 + 44.297.517 + 30.769.362 + 10.511.440 + 61.133.808$

$f(z1) = 239.071.387$

Dengan f(z1) = 239.071.387 digunakan metode Of Multiplier untuk mengetahui apakah solusi sudah Optimum, pada metode ini semua nilai U1 = 0.

Variabel Basic :

$U1 + V1 = C11\ (U1 + V1 = 110.337 \rightarrow V1 = 110.337)$
$U1 + V2 = C12\ (U1 + V2 = 101.102 \rightarrow V2 = 101.102)$
$U2 + V2 = C22\ (U2 + V2 = 110.337 \rightarrow U2 = -48.903)$
$U2 + V3 = C23 \rightarrow V3 = 107.266$
$U2 + V4 = C24 \rightarrow V4 = 113.409$
$U3 + V5 = C35 \rightarrow V5 = 119.553$

Variabel Non Basic :

$U1 + V3 - C13 = 0 + 107.226 - 94.978 = 12.288$
$U1 + V4 - C14 = 0 + 133.409 - 88.835 = 24.574$

$U1 + V5 - C15 = 0 + 119.553 - 82.691 = 36.862$ X15 positif terbesar
$U2 + V1 - C21 = -48.903 + 110.337 - 39.932 = 21.502$
$U2 + V5 - C25 = -48.903 + 119.553 - 70.650 = 0$
$U3 + V1 - C31 = -24.329 + 110.337 - 64.506 = 21.502$
$U3 + V12 - C31 = -24.329 + 101.122 - 76.793 = 0$
$U3 + V3 - C33 = -24.329 + 107.266 - 82.937 = 0$
Dari hasil diatas dapat diperoleh solusi belum Optimum, oleh karena ada nilai positif pada perhitungan variabel Non Basic, dengan nilai positif terbesar adalah pada sel X15 sebesar 36.862 dan nantinya sel X15 akan berubah dari variable non basic menjadi Variabel Basic dengan metode Close Polygon disusun X15(+) → X35(−) → X34(+)→ X24(−)→ X22(+)→ X12(−)→ X15(+) Nilai negative yang terkecil itu menetukan untuk tabel iterasi berikut, yang berfungsi untuk penambah atau pengurang. Selanjutnya dilakukan perhitungan iterasi kedua sampai dengan iterasi kelima.

F. Nilai Perbedaan Biaya

Dari hasil iterasi atau tabel diatas diperoleh biaya optimum sehingga variabel basic yang memenuhi adalah dengan persamaan yang menghasilkan sebagai berikut :

$f(Z) = X14 \,.\, C14 + X15 \,.\, C15 + X21 \,.\, C21 + X22 \,.\, C22 + X23 \,.\, C23 + X31.\, C31 + X34 \,.\, C34$

dimana hasil optimum terjadi pada iterasi ke-5.

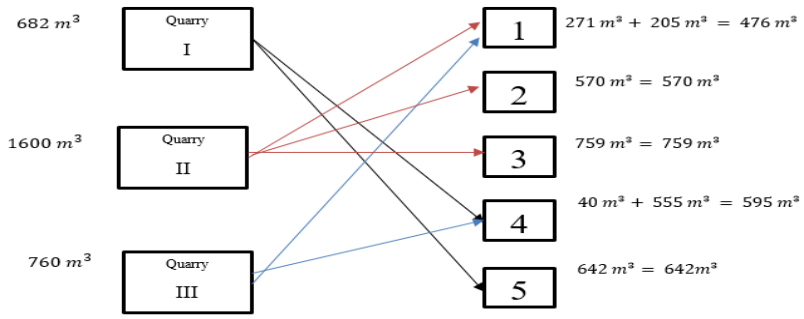
F(Z) = **204.188.07** hasil lengkapnya adalah seperti pada **Tabel 6** berikut :

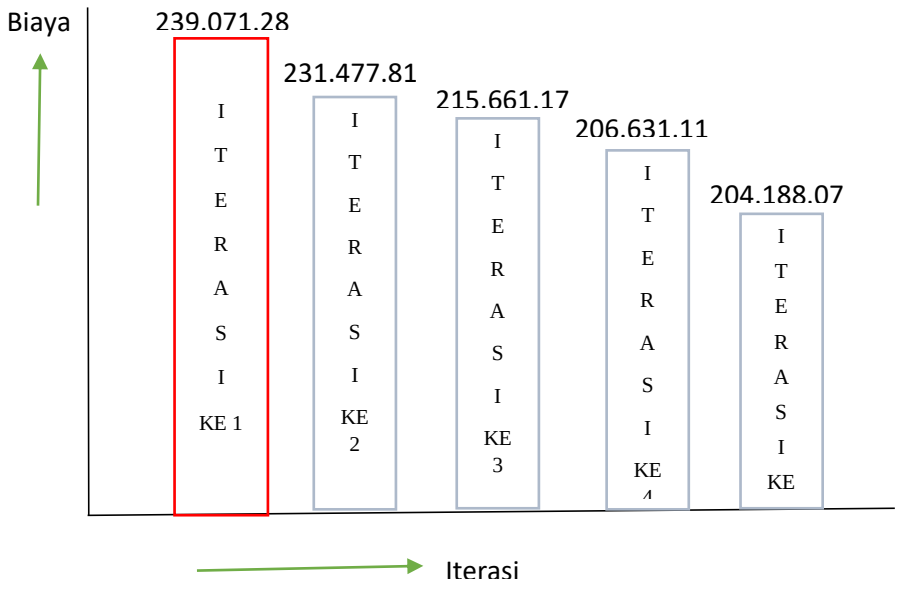
Tabel 6 Nilai Fungsi f(z) berbagai iterasi

A. f(Z)	Iterasi	Nilai Harga (Rp)	Selisih	Total
Z^1	Awal	239.071.387	-	-
Z^2	Kedua	231.477.815	7.593.572	**7.593.572**
Z^3	Ketiga	215.661.171	15.816.644	**23.410.216**
Z^4	Keempat	206.631.111	9.630.060	**33.040.276**
Z^5	Kelima	204.188.071	1.843.040	**34.883.316**

B. Nilai Hubungan antar Quarry dan STA.

Hubungan antar Quarry dan STA apabila digambarkan dalam model solusi atau bentuk grafik, dimana diperlihatkan distribusi material dari masing-masing quari ke- 5 STA dapat dilihat pada **Gambar 4** berikut:





Gambar 4 Nilai Hubungan antar Quarry dan STA.

4. PENUTUP

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa selisih dari biaya transportasi sebelum dilakukan perhitungan metode transportasi adalah sebesar Rp.239.071.387 dan setelah kondisi Optimum menghasilkan biaya sebesar Rp. 204.188.071 dengan selisih harga Rp. Rp. 34.883.313.

5. DAFTAR PUSTAKA

Ajeng Nuzulia H, cs, 2003. Pengaruh Metode Pembelajaran Penugasan Dan Pemanfaatan Media Pembeajaran Terhadap Hasil Belajar, Universitas Sebelas Maret, Surakarta,.

Andersen,cs, 2017. Manajemen Sains Pendekatan Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan Manajemen Penerbit Erlangga Jakarta, 1997.

Arco Aji Dewanto, cs, 2018. Analisis pengendalian manajemen proyek pembangunan sarana olahraga UIN dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) untuk mengoptimalisasi biaya dan waktu.

Asiyanto, 2005. Manajemen Produksi Untuk Jasa Konstruksi, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta

Asiyanto, Construction Project Cost Management, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta,

B. Damara, 2020. Cost Performance Analysis and time development construction project bridge chain karanggeneng nawacita cs using the earned value method.

Budhi Setiawan, cs, Optimalisasi penjadwalan proyek dengan menggunakan metode CPM di proyek LRT Pulomas.2020

Buya, Mingkat, dkk. 2022. Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pada Pembagunan Kantor Bupati Pulau Taliabu Dengan Metode Analytic Hierarchy Process. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 1 Halaman 44-53. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Chaerul D.Djakman, cs, 1996. Sains Manajemen, Penerbit Salemba Empat, edisi ke empat, Jakarta,

Clive Gray,cs, 1988. Pengantar Evaluasi Proyek, Penerbit PT. Gramedia , Jakarta,

Darmawan, dkk. 2022. Analisis Faktor Kendala Pelaksanaan Program Dana Alokasi Khusus (DAK) Bidang Sanitasi, Studi Kasus: Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 2 Halaman 40-48. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Donald S .Barrie, cs, 1990. Manajemen Konstruksi Profesional, Penerbit Erlangga, Jakarta,

Endar Pancaningrum, cs, 2018. Pengendalian Biaya dan Waktu dengan menerapkan metode eEarned Value Analysis(EVA) menggunakan Software Microsoft Project 2007.(Studi kasus di proyek pembangunan hotel brother 2 solo Baru, Sukoharjo),

George J.Ritz, 1994. Total Construction Project Management, McGraw-Hill, New York,

Hamdy A Taha, 1996 Riset Operasi, Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta,

Hamzah, Edy, dkk. 2022. Analisis Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Akibat Perubahan Desain. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 4 Halaman 25-36. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Hardiyanti, Siti, dkk. 2022. Perbandingan Fast Tracking dengan Least Cost Analysis pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Beroanging – Bungung-Bungung Kabupaten Jeneponto. Jurnal Flyover, Volume 2 Nomor 1 Halaman 56-65. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Heriawati, 2017. Alogaritma Hungarian Dalam Menentukan Pembagian Tugas Sebagai Manajemen Jurnal Pada Open Journal System (OJS),

Howay, Imanuel. dkk. 2022. Analisis Faktor yang Berpengaruh terhadap Akurasi Biaya pada Tahap Desain Proyek Jalan Nasional Studi Kasus Peningkatan Jalan Basuki Rahmat Kota Sorong. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 7 Halaman 30-39. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Jajang Nur Alief,cs, 2020. Dampak percepatan durasi pelaksanaan terhadap anggaran proyek (studi kasus: pembangunan struktur gudang CRM sun rise mill @mojokerto).

M. Aryansyah, cs, 2017. Analisi penerapan system penjadwalan CPM, PERT, dan LOB, pada penjadwalan proyek (studi kasus:pembangunan gedung kantor PT. Jasa Asuransi Indonesia-Pematang Siantar).

Madiyo Priyo, cs, 2018. studi optimalisasi waktu dan biaya dengan metode time cost trade off pada proyek konstruksi pembangunan gedung olahraga(Gor).

Mika Onibala, cs, 2018. optimalisasi waktu dan biaya dengan metode crash.(studi kasus:proyek pembangunan gedung laboratorium fakultas teknik universitas sam ratulangi manado).

Muhammad Rizki Kusuma Pratama, cs, 2021 Implementasi manajemen proyek dengan metode CPM (Critical Path Method) tentang optimalisasi durasi proyek pemasangan fiber optic diperusahaan XYZ.

Mukomoko, 1994. Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan, Penerbit Gaya Media Pratama, Jakarta

N. M. E. Wardani, cs, 2018. optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pembangunan perumahan citraland palu menggunakan metode program evalution and review technique (PERT)-critical path method (CPM).

Nasaruddin, dkk. 2022. Faktor-Faktor Kendala Pemeliharaan Jalan Metode Swakelola pada Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang dan Pertanahan Kabupaten Wajo. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 2 Halaman 29-39. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Nawir, A.H, dk.. 2022. Optimasi Biaya Pengadaan Material Pekerjaan Gedung Puskesmas di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 3 Halaman 22-30. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Nur Nasution, 2004. Manajemen Transportasi, Penerbit Ghalia Indonesia, Jakarta,

Pete Spinner, 1992. Elements of Project Management, Plan, Schedule, and Control, Prentice-Hall International, Inc Printed in the United States of America,

Robert J. Kodoatie, 2005 Pengantar Manajemen Infrastruktur, Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta,
Sobur Sobari, cs, 2018. Tinjauan biaya dan waktu proyek south city square lot 2 menggunakan metode earned value.
Sofyan Bachmid, 2021. Perubahan Fungsi Lahan terhadap Masalah Lingkungan Kota, Penerbit DeePublisher, Yogyakarta,
Suriana Chandra, 2014. Maximizing Construction Project And Investment Budget Efficiency With Value Engeneering, Penerbit PT Elexs Media Kompetindo, Kompas Gramedia, Jakarta
Syafira Inzani Rayshita Dewi, cs, 2021. Implementasi Critical Path Method (CPM) Terhadap penjadwalan proyek pembuatan ruang kelas pertukangan dan sarprasi pusat rehabilitasi.
Tjutju Tarliah Dimyati, Ahmad Dimyati, 1992. Operations Research, Model-Model Pengambilan Keputusan, Penerbit "Sinar Baru" Bandung,
Wulfram I. Ervianto, 2005. Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit ANDI Yogyakarta,
Wulfram I.Ervianto, 2004. Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit ANDI Yogyakarta,
Zulkarnaen Djamin, 1993. Perencanaan Dan Analisa Proyek, Penerbit Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta