

OPTIMASI BIAYA UNTUK PENGADAAN MATERIAL DENGAN METODE APROKSIMASI VOGEL DAN STEPPING-STONE PADA PENINGKATAN KUALITAS RUSUNAWA BITUNG 1 KOTA BITUNG

Marcell Supit

Tisano Tj. Arsjad, Deane R. O. Walangitan

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: msupit1@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan satu kegiatan proyek, salah satu sumber daya yang penting adalah sumber daya biaya. Untuk itu pemanfaatan biaya proyek harus seefisien mungkin. Biaya material merupakan suatu komponen biaya yang harus diperhatikan, karena biaya material sangat mempengaruhi biaya proyek keseluruhan. Masalah yang sering timbul menyangkut biaya material proyek adalah pendistribusian material yang tidak efisien. Karena itu diperlukan suatu metode yang dapat memecahkan masalah pendistribusian material.

Metode Aproksimasi Vogel merupakan solusi awal dan metode Stepping Stone sebagai solusi akhir, merupakan salah satu alternatif pemecah masalah transportasi. Metode ini digunakan untuk mengatur distribusi material dari sumber-sumber material ke lokasi proyek yang membutuhkan, sehingga akan didapat biaya transportasi material yang optimum.

Dari hasil perhitungan biaya pasir ke lokasi proyek menggunakan metode Aproksimasi Vogel sebagai metode solusi awal sebesar Rp. 139.249.769, dan biaya batu pecah ke lokasi proyek menggunakan metode Aproksimasi Vogel sebagai solusi awal sebesar Rp 128.035.972. Metode Stepping Stone tidak dapat digunakan dalam perhitungan ini karena tidak ada sel yang kosong.

Kata kunci: *Distribusi Material, Aproksimasi Vogel, Stepping Stone*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Banyak penduduk kota Bitung yang belum mempunyai rumah tempat tinggal. Untuk mengatasi permasalahan ini maka dibuatlah rumah susun sederhana (Rusunawa) oleh pihak pemerintah, supaya mempermudah penduduk kota Bitung untuk mendapatkan tempat tinggal.

Tidak semua bangunan rusunawa dapat berdiri kokoh. Kualitas rumah susun akan semakin berkurang seiring dengan berjalannya waktu. Beban yang ditanggung oleh rumah susun, pergerakan para penghuninya, cuaca dan bencana alam dapat mempengaruhi kualitas bangunan. Bangunan rusunawa yang kualitasnya sudah menurun dapat mempengaruhi keamanan dan kenyamanan para penghuninya. Sehingga perlu dilakukan peningkatan kualitas rusunawa.

Peningkatan kualitas rusunawa dapat dilakukan atas prakarsa pemerintah daerah maupun atas prakarsa pemilik satuan rumah susun. Peningkatan kualitas rusunawa dilakukan dengan pembangunan kembali rumah susun

melalui pembongkaran, penataan, dan pembangunan

Di dalam pekerjaan proyek rusunawa terlibat developer, kontraktor dan bank, dalam pelaksanaan pekerjaan proyek Rusunawa dikerjakan oleh kontraktor, adapun item-item pekerjaan dalam proyek rusunawa yang membutuhkan material pasir atau batu pecah yaitu : pekerjaan pondasi, pekerjaan beton, pekerjaan lain-lain (pembuatan septictank).

Sumber material pasir dan batu pecah terapat juga di Sulawesi Utara. Secara otomatis kita mengambil material dari sumber tersebut, hal inilah yang menyebabkan terjadinya masalah didalam pendistribusian material dari sumber material ke lokasi proyek perumahan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, yang menjadi masalah adalah bagaimana mengatur distribusi material dari sumber-sumber material ke lokasi-lokasi proyek perumahan agar diperoleh biaya yang optimal.

Batasan Masalah

Karena berbagai masalah yang kompleks dalam proyek, maka penulis perlu memakai batasan dan pengkajian. Adapun batasan masalah yang digunakan adalah:

- 1 Data yang digunakan berasal dari proyek (RAB Rusunawa Sagerat Weru 1: Tenggir dan Malalugis), waktu pengangkutan material dari sumber material ke lokasi proyek rusunawa dan harga material di lokasi sumber material.
- 2 Jenis material yang ditinjau adalah pasir dan batu pecah.
- 3 Sumber material pasir yaitu: Matungkas, Karondoran, Girian dan sumber material batu pecah yaitu: Tateli, Kinilow, Lewet.
- 4 Jenis kendaraan yang digunakan untuk mengangkut material adalah dump truck dengan kapasitas 5 m^3 .
- 5 Permintaan dan pasokan material diasumsikan berada dalam kondisi seimbang.

Tujuan Penelitian

Untuk merencanakan distribusi material pasir dan batu pecah dari sumber material ke lokasi proyek, sehingga didapatkan biaya transportasi material pasir dan batu pecah yang optimal dengan menggunakan metode *Aproksimasi Vogel (VAM)* sebagai solusi awal dan metode *Stepping Stone* sebagai solusi akhir pada proyek Rusunawa.

Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan penghematan biaya transportasi pengangkutan material khususnya pasir dan batu pecah pada perusahaan.
2. Dapat menghilangkan resiko terjadinya kerugian pada perusahaan, sehingga menghasilkan keuntungan pada perusahaan.

LANDASAN TEORI

Optimasi adalah suatu proses untuk memilih atau mendapatkan alternatif terbaik dari berbagai macam alternatif penyelesaian masalah dengan memperhatikan berbagai kendala yang ada.

Dalam prosesnya, ada beberapa metode pendekatan yang sering digunakan dalam proses optimasi, yaitu:

a Pendekatan analisis

Dalam hal ini, solusi yang dihasilkan dilakukan melalui persamaan-persamaan atau

fungsi-fungsi yang mengandung suatu variabel yang akan dipilih.

b Pendekatan subyektif

Cara ini dipakai apabila variabel-variabel yang ada tidak dapat dinyatakan secara numerik dan hubungan antara variabel tersebut sangat kompleks. Hal ini biasanya bak dijumpai padad masalah-masalah kemasyarakatan.

c Penekatan kombinasi

Solusi terbaik akan didapatkan dengan membandingkan suatu alternatif yang satu dengan alternatif penyesuaian yang lain.

Pengembangan dan analisis model merupakan tahap yang penting, dimana dari masalah yang nyata dan kompleks akan disederhanakan dan diidealisasi dengan hanya parameter-parameter yang berpengaruh pada system nyata. Pada hakekatnya model ialah suatu sarana yang menggambarkan keadaan dan perilaku sistem melalui hubungan-hubungan yang ada didalamnya.(Aminudin, 2005)

Tinjauan Umum Optimasi Biaya

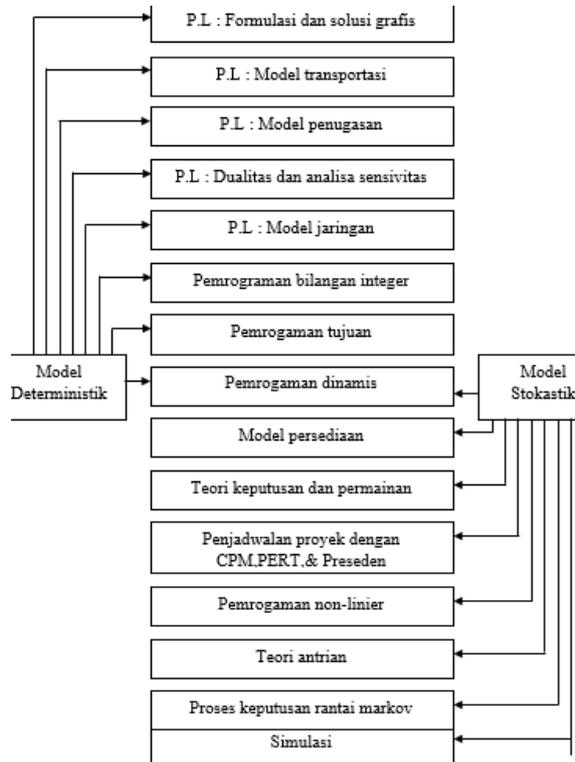
Untuk mencapai tujuan dari suatu sistem, maka ditempuh berbagai proses. Tahap akhir dari proses tersebut ialah suatu usaha untuk menentukan solusi yang terbaik dari sejumlah alternatif dengan berbagai kendala yang ada pada pada suatu model atau yang disebut sebagai optimasi. Optimasi hanya dapat dilakukan apabila dalam pemecahan suatu permasalahan terdapat berbagai macam alternatif penyelesaian, atau engan kata lain terdapat kebebasan pilihan dalam penyelesaian suatu masalah.

Pengembangan dan analisis model merupakan tahap yang penting, dimana dari masalah yang nyata dan kompleks akan disederhanakan dan diidealisasi dengan hanya parameter-parameter yang berpengaruh pada system nyata. Pada hakekatnya model ialah suatu sarana yang menggambarkan keadaan dan perilaku sistem melalui hubungan-hubungan yang ada didalamnya.

Keberhasilan dalam pemodelan adalah apabila didalam model tersebut mengan-dung elemen-elemen penting dan sangat berpengaruh dari kenyataan yang ada, dan dapat menunjukkan hubungan-hubungan antara sebab-akibat dan hubungan antara tujuan dan kendala.

Jenis dan teknik pemodelan yang akan digunakan bergantung pada permasalahan yang dihadapi, hasil yang akan dicapai, dan sumber

daya yang dimiliki. Dalam proses pemodelan, kita harus mencari dan mencoba elemen-elemen yang berhubungan dengan permasalahan yang ada. Jadi sebuah model didefinisikan sebagai representasi atau formulasi dalam bahasa tertentu dari suatu system nyata, mencerminkan atau abstrak dari kenyataan.(Mandagi dkk, 2013)



Gambar 1. Klasifikasi Model Teknik Optimal

Solusi Awal

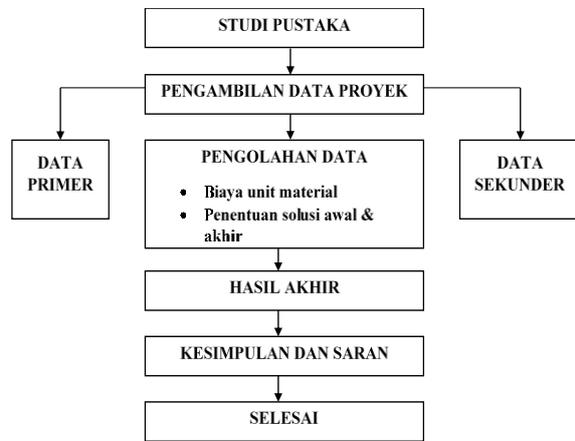
Ada beberapa metode untuk mencari solusi layak dasar awal. Tiga dari metode yang dikenal akan dibicarakan disini, yaitu *North West Corner*, *Aproksimasi Vogel*, dan *Least cost*.

Solusi Akhir

Setelah solusi layak dasar awal diperoleh, kemudian dilakukan perbaikan untuk mencapai solusi akhir. Dua metode mencari solusi akhir akan dibahas di sini, yaitu metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution* (Makalew, 2012)

Tahapan Penelitian

Dibawah ini adalah bagian alur tahapan penelitian dalam studi:



Gambar 2. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Metode Aproksimasi Vogel dan Metode Stepping Stone dapat digunakan dalam pengoptimalkan biaya distribusi material proyek, maka diaplikasikan pada pendistribusian material pasir dan batu pecah untuk proyek peningkatan Kualitas rusunawa Bitung 1 Kota bitung

Perhitungan Kebutuhan Material.

Tabel 1. Kebutuhan material pasir

| No | Uraian Pekerjaan | Kebutuhan Material (m ³) |
|----|---|--------------------------------------|
| 1 | Cot Beton K225 | 18,7064 |
| 2 | Urugan Pasir | 7,8 |
| 3 | Pasangan Keramik 30x30 | 2,925 |
| 4 | Pekerjaan Pemasangan Keramik Ukuran 20x20 | 12,1662 |
| 5 | Cot Beton K225 | 20,51422 |
| 6 | Urugan Pasir | 7,8 |
| 7 | Urugan Pasir | 302,16 |
| 8 | Pekerjaan Pasangan Batu | 143,9771 |
| 9 | Pekerjaan Plesteran | 6,60951 |

| | | |
|----|-------------------------|--------------------|
| 10 | Pekerjaan Siaran | 3,1758 |
| 11 | Pekerjaan Bata Merah | 6,698 |
| 12 | Pekerjaan Pasangan Batu | 0,84875 |
| 13 | Beton Bertulang | 2,28944 |
| 14 | Pekerjaan Bata Merah | 0,92 |
| 15 | Pasangan Keramik 30x30 | 0,54 |
| 16 | Cot Beton K225 | 9,82784 |
| 17 | Pekerjaan Bata Merah | 2,202 |
| 18 | Pekerjaan Plesteran | 1,80435 |
| | Jumlah | 550,96461 = 551 |

Tabel 2. Kebutuhan Batu pecah

| No | Uraian Pekerjaan | Kebutuhan Material (m ³) |
|----|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Cot Beton K225 | 28,0596 |
| 2 | Cot Beton K225 | 30,77133 |
| 3 | Pekerjaan Pasangan Batu | 356,232 |
| 4 | Pekerjaan Pasangan Batu | 2,1 |
| 5 | Beton Bertulang | 3,43416 |
| 6 | Cot Beton K225 | 14,74176 |
| | Jumlah | 435,33885 = 436 |

- Jarak Lokasi Proyek Dengan Sumber Material
 - Rusunawa Sagerat Weru – Matungkas = 23 km
 - Rusunawa Sagerat Weru – Karondoran = 12 km
 - Rusunawa Sagerat Weru – Girian = 4,1 km
 - Rusunawa Sagerat Weru – Tateli = 51 km
 - Rusunawa Sagerat Weru – Kinilow = 53 km
 - Rusunawa Sagerat Weru – Lewet = 99 km
- Waktu Tempuh
 - Rusunawa – Matungkas = 31 menit + 30 menit = 61 menit
 - Rusunawa – Karondoran = 28 menit + 30 menit = 58 menit

- Rusunawa – Girian = 8 menit + 30 menit = 38 menit
- Rusunawa – Tateli = 81 menit + 30 menit = 111 menit
- Rusunawa – Kinilow = 71 menit + 30 menit = 101 menit
- Rusunawa – Lewet = 147 menit + 30 menit = 177 menit
- Harga Material
 - Matungkas (Minahasa Utara) = Rp 221.200,- /m³
 - Karondoran (Kota Bitung) = Rp 232.398,- /m³
 - Girian (Kota Bitung) = Rp 232.398,- /m³
 - Tateli (Minahasa) = Rp 242.925,- /m³
 - Kinilow(Kota Tomohon) = Rp 237.180,- /m³
 - Lewet (Minahasa Selatan) = Rp 235.200,- /m³

Perhitungan Biaya Unit Material

- Pasir Sumber Matungkas
Sewa Truck = Rp 1.000.000 / hari
Kapasitas Truck = 5 m³
Harga Material di Lokasi = Rp 221.200,- /m³
Jumlah Ret/hari = 480 menit/ 61 menit = 7,8 = 7 ret/hari
Jumlah Material yang diangkut = 7 ret/hari x 5 m³ = 35 m³/hari

Waktu angkut

$$= \frac{\text{Volume material yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah material yang diangkut per hari}} = \frac{551}{35} = 15,74185 = 16 \text{ hari}$$

Biaya sewa truck

$$= 16 \times \text{Rp } 1.000.000 = 16.000.000$$

Biaya Transport Material per m³

$$= \frac{\text{Rp.16.000.000,-}}{551} = \text{Rp } 29.039,- /\text{m}^3$$

Total biaya = biaya transportasi + biaya material

$$= \text{Rp. } 29.039,- /\text{m}^3 + \text{Rp. } 221,200,- /\text{m}^3 = \text{Rp. } 250.239,- /\text{m}^3$$

- Batu Pecah Sumber Tateli
Sewa Truck = Rp 1.000.000 / hari
Kapasitas Truck = 5 m³
Harga Material di Lokasi = Rp 242.925,- /m³

Jumlah Ret/hari
 = 480 menit/ 111 menit = 4,324 = 4 ret/hari
 Jumlah Material yang diangkut
 = 4 ret/hari x 5 m³ = 20 m³/hari

Waktu angkut
 = $\frac{\text{Volume material yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah material yang diangkut per hari}}$
 = $\frac{436}{20} = 21,8 = 22$ hari

Biaya sewa truck
 = 22 x Rp 1.000.000 = 22.000.000

Biaya Transport Material per m³
 = $\frac{\text{Rp.22.000.000,-}}{436} = \text{Rp } 50.459,- /\text{m}^3$

Total biaya
 = biaya transportasi + biaya material
 = Rp. 50.459,-/m³ + Rp. 242.925,-
 = Rp. 293.384,- /m³

Formulasi Masalah Transportasi

Kebutuhan Material

- Pasir : 551 m³
- Kerikil : 436 m³

Ketersediaan Material

- Pasir
 - Matungkas : 291 m³
 - Karondoran : 175 m³
 - Girian : 85 m³
- Kerikil
 - Tateli : 190 m³
 - Kinilow : 215 m³
 - Lewet : 31 m³

Karena jumlah permintaan sama dengan jumlah material yang tersedia, maka model transportasi ini memiliki solusi fisibel dan merupakan model transportasi seimbang (balanced transportation).

Tabel 3. Biaya Pengiriman Material Pasir

| Lokasi Material | Lokasi Proyek (A) |
|-----------------|-------------------|
| Matungkas (1) | 250.239 |
| Karondoran (2) | 257.807 |
| Girian (3) | 250.547 |

Formulasi program liniernya adalah:

Meminimumkan

$$Z = \text{Rp } 250239x_{1A} + \text{Rp } 257907x_{2A} + \text{Rp } 250547 x_{3A}$$

Dengan batasan-batasan

$$\begin{aligned} X_{1A} &= 291 \\ X_{1A} + X_{2A} + X_{3A} &= 551 \\ X_{2A} &= 175 \\ X_{3A} &= 85 \\ X_{ij} &\geq 0 \end{aligned}$$

Model transportasi dari masalah ini :

Tabel.4 Tabel Transportasi untuk Proyek Tinjauan (pasir)

| Dari \ Ke | Lokasi Proyek | Pasokan |
|------------|---------------|---------|
| Matungkas | 250239 | 291 |
| Karondoran | 257907 | 175 |
| Girian | 250547 | 85 |
| Permintaan | 551 | 551 |

Tabel 5 Biaya pengiriman Material Batu Pecah

| Lokasi Material | Lokasi Proyek (A) |
|-----------------|-------------------|
| Tateli (1) | 293.384 |
| Kinilow (2) | 287.639 |
| Lewet (3) | 337.117 |

Perhitungan Solusi Awal

Dalam mengoptimasi biaya menggunakan metode *Stepping Stone* dibutuhkan penetapan solusi awal, maka digunakan metode *Aproksimasi Vogel*.

Metode Aproksimasi Vogel

Menentukan biaya penalti tiap sumber material pasir dan tempat tujuan

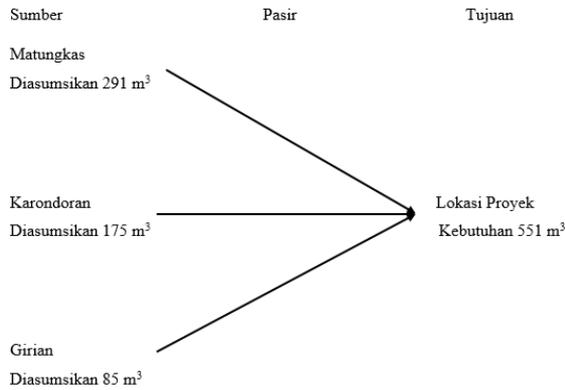
Tabel 6. Solusi Awal Material Pasir

| Dari \ Ke | Lokasi Proyek | Pasokan |
|------------|---------------|---------|
| Matungkas | 291 | 291 |
| Karondoran | 175 | 175 |
| Girian | 85 | 85 |
| Permintaan | 551 | 551 |

$$Z = (250239 \times 291) + (257907 \times 175) + (250547 \times 85)$$

$$Z = \text{Rp } 139.249.769$$

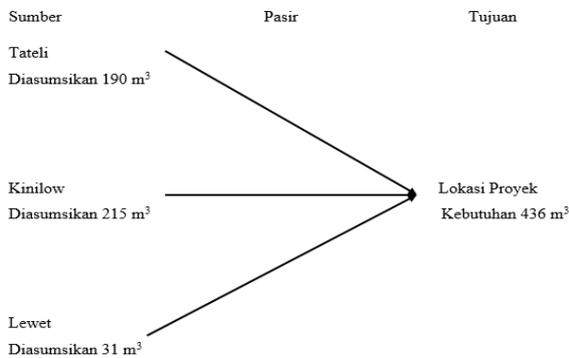
Dimana Z adalah hasil perhitungan solusi awal metode *Aproksimasi Vogel*, yaitu jumlah nilai sel dikalikan dengan nilai yang dialokasikan ke sel tersebut.



Gambar 3. Model Transportasi Distribusi Material Pasir Metode *Aproksimasi Vogel*

Tabel 7. Solusi Awal Material Batu Pecah

| Dari \ Ke | Lokasi Proyek | Pasokan |
|------------|---------------|---------|
| Tateli | 190 | 190 |
| Kinilow | 215 | 215 |
| Lewet | 31 | 31 |
| Permintaan | 436 | 436 |



Gambar 4. Model transportasi Distribusi Material Baru Pecah Metode *Aproksimasi vogel*

Perhitungan Solusi Akhir

Untuk menguji apakah solusi yang diperoleh oleh metode *Aproksimasi Vogel* sudah optimal atau masih ada kemungkinan untuk memperoleh total biaya yang lebih kecil dari yang dihasilkan oleh metode *Aproksimasi Vogel*, maka akan digunakan metode *Stepping Stone*. Dimana untuk mengaplikasikan metode ini pada masalah transportasi, maka perlu untuk di cek apakah solusi awal metode *Aproksimasi Vogel* tidak mengalami degenerasi, yaitu dengan 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 *Aproksimasi Vogel* ini harus terdiri dari $3+1-1=3$ rute yang digunakan.

Tabel 8. Solusi Awal Material Pasir metode *Aproksimasi Vogel*

| Dari \ Ke | Lokasi Proyek | Pasokan |
|------------|---------------|---------|
| Matungkas | 291 | 291 |
| Karondoran | 175 | 175 |
| Girian | 85 | 85 |
| Permintaan | 551 | 551 |

Dari tabel solusi awal metode *Aproksimasi Vogel* ternyata digunakan 3 rute, yaitu :

- Rute Matungkas – Rusunawa
- Karondoran – Rusunawa
- Girian – Rusunawa

Sehingga metode *Stepping Stone* tidak dapat digunakan dalam metode ini karena tidak ada yang kosong.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa biaya proyek ditarik kesimpulan

1. Hasil perhitungan metode *Aproksimasi Vogel* material pasir
Biaya transportasi material pasir adalah Rp 139.249.769. Dimana jumlah material yang harus didistribusikan ke setiap proyek

- Matungkas – Rusunawa 291 m³
 - Karondoran – Rusunawa 175 m³
 - Girian – Rusunawa 85 m³
2. Hasil perhitungan metode *Aproksimasi Vogel* material batu pecah
Biaya transportasi material batuh pecah adalah Rp 128.035.972. Dimana jumlah yang harus didistribusikan ke setiap proyek
- Tateli – Rusunawa 190 m³
 - Kinilow – Rusunawa 215 m³
 - Lewet – Rusunawa m³
3. Metode *Stepping Stone* tidak dapat digunakan karena tidak ada sel yang kosong.

Saran

- 1 Metode VAM sangat efektif digunakan untuk meminimumkan biaya distribusi material dari beberapa sumber material ke lokasi proyek. Dimana kebutuhan material dari proyek yang ada tidak dapat dipenuhi oleh satu sumber saja.
- 2 Sebaiknya untuk lokasi pasir dan batu pecah berada di dekat wilayah lokasi proyek agar biaya transportasi tidak besar.
- 3 Untuk lokasi proyek di kota Bitung ada kuari pasir di Sagerat Weru 1 Kecamatan Matuari dan ada di kelurahan Tewaun kecamatan Ranowulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, S.Si., 2005. *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Arsjad, Tisano Tj. 2015. *Optimalisasi Produktivitas Tenaga Kerja dalam Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Mantos Tahap III)* Jurnal Tekno-Sipil Vol. 13, No 62
- Makalew, Meivita., 2012. *Optimasi Biaya Material Dengan Menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM) dan Modified Distribution Method (MODI) Pada Proyek Perumahan*, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Mandagi R.J.M., A. K. T. Dundu, 2013. *Analisa Sistem*, Bahan Ajar, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Walangitan, D. R. O., 2014. *Pengendalian Waktu dan Biaya pada Tahap Pelaksanaan Proyek dengan Metode Nilai Hasil (Studi Kasus: Proyek Lanjutan Pembangunan Gedung PIP2B Kota Manado)* Jurnal Sipil Statik Vol 1, No 1

Halaman ini sengaja dikosongkan