

ALTERNATIF PEMILIHAN KOMBINASI ALAT BERAT UNTUK PROYEK KONSTRUKSI

(Studi Kasus Penataan Lahan Aditya Sentana Residence)

*I Wayan Diasa*¹⁾, *Putu Doddy Heka Ardana*²⁾, dan *I Made Purna Erawan*³⁾
E-mail : diasawayan1963@gmail.com¹⁾, doddyhekaardana@gmail.com²⁾, dan
purnaerawan@gmail.com³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil Universitas Ngurah Rai

ABSTRAK

Penggunaan alat berat dalam pekerjaan konstruksi sangat diperlukan untuk membantu mempermudah pekerjaan dan mempersingkat waktu pekerjaan terutama pada pekerjaan skala menengah ke atas, disisi lain penggunaan alat berat memerlukan biaya yang besar sehingga perlu dibuat perencanaan dan analisa yang matang agar alat berat berfungsi optimal. Pada penelitian ini, pekerjaan yang diteliti adalah pekerjaan penataan lahan PT. Aditya Sentana yang menggunakan beberapa alat berat seperti backhoe, dump truck dan bulldozer. Tujuan penelitian ini adalah mencari alternatif kombinasi alat berat yang tepat yang sesuai dengan kebutuhan sehingga semua alat berat berproduksi optimal, hemat biaya dan durasi waktu pengerjaan yang singkat. Landasan teori dari analisa ini berpedoman pada fungsi, spesifikasi dan kapasitas produksi dari alat berat dan tinjauan beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya. Ketepatan dalam mengkombinasikan alat berat yang bekerja sangat berpengaruh terhadap biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan. Metode yang digunakan adalah metode analisis data yang terdiri dari teknik pengumpulan data, sumber data, pengamatan langsung di lapangan dan analisa produktivitas masing-masing alat berat. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan dari mengkombinasikan 3 jenis alat berat yaitu backhoe, dump truck dan bulldozer menghasilkan 6 alternatif kombinasi alat berat. Dari 6 alternatif kombinasi tersebut terpilih alternatif kombinasi yang paling menguntungkan yaitu alternatif kombinasi E yang terdiri dari 2 unit backhoe kapasitas bucket 1,2 m³, 6 unit dump truck kapasitas 9 m³ dan 3 unit bulldozer dengan biaya Rp 1.410.725.000 waktu pengerjaan 73 hari untuk backhoe dan dump truck serta 77 hari untuk bulldozer. Dengan analisis menggunakan alternatif kombinasi E terdapat penghematan biaya sebesar Rp 339.275.000 dan penghematan waktu selama 17 hari untuk pekerjaan backhoe dan dump truck serta penghematan waktu selama 13 hari untuk pekerjaan bulldozer.

Kata kunci: Alat Berat, Alternatif, Kombinasi, Biaya, Waktu

ABSTRACT

The use of heavy equipment in construction work is needed to help facilitate work and shorten work time, especially on medium-scale and above-the-top work, on the other hand the use of heavy equipment requires a large cost so that careful planning and analysis needs to be made so that heavy equipment functions optimally. In this study, the work studied was the land structuring work of PT. Aditya Sentana uses several heavy equipment such as backhoe, dump truck and bulldozer. The purpose of this research is to find the right combination of heavy equipment that suits your needs so that all heavy equipment produces optimally, cost-effectively and a short duration of work time. The theoretical basis of this analysis is guided by the function, specification and production capacity of heavy equipment and a review of several previous studies. Accuracy in combining working machine is very influential on the cost and time of the implementation of the work. The method used is a data analysis method consisting of data collection techniques, data sources, direct observation in the field and productivity analysis of each machine. Based on the results of analysis and calculations that have been done from combining 3 types of heavy equipment, namely backhoe, dump truck and bulldozer produce 6 alternative combinations of heavy equipment. Of the 6 alternative combinations selected the most profitable combination alternative is the E combination alternative consisting of 2 units of backhoe bucket capacity of 1.2 m³, 6 units of dump truck capacity of 9 m³ and 3 units of bulldozer at a cost of Rp 1,410,725,000 working time of 73 days for backhoe and dump truck and 77 days for bulldozer. With the analysis using an alternative combination of E there was a cost saving of Rp 339,275,000 and a time saving of 17 days for backhoe and dump truck work and time savings for 13 days for bulldozer work.

Keywords: Heavy Equipment, Alternatives, Combinations, Costs, Time

1. PENDAHULUAN

Penggunaan alat berat dalam pekerjaan konstruksi sangat diperlukan untuk membantu mempermudah pekerjaan dan mempersingkat waktu pekerjaan, disisi lain penggunaan alat berat memerlukan biaya yang besar sehingga perlu dibuat perencanaan dan analisa yang matang agar alat berat berfungsi optimal. Penelitian ini meneliti pekerjaan penataan lahan PT. Aditya Sentana yang mengalami keterlambatan waktu pengerjaan dari rencana jadwal pelaksanaan sehingga menyebabkan pembengkakan biaya dari Rencana anggaran biaya (RAB). Dalam pelaksanaannya, kontraktor penataan lahan ini tidak mempunyai kombinasi alat berat yang pasti sehingga kombinasi alat berat yang dipergunakan tidak konsisten dan sering berubah-ubah baik dari jumlah maupun jenis alat berat yang dipergunakan.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui alternatif kombinasi alat berat yang paling efektif dan efisien yang digunakan dalam pelaksanaan proyek penataan lahan ini; untuk mengetahui selisih biaya dan waktu dari masing-masing kombinasi alat yang diteliti dan menetapkan kombinasi alat yang paling efektif dengan biaya paling efisien serta waktu pelaksanaan paling singkat dari rencana pelaksanaan/*time schedule* yang telah direncanakan; dan juga untuk mengetahui kapan waktu yang tepat bagi *bulldozer* mulai bekerja.

Sedangkan batasan permasalahan pada penelitian ini yaitu pekerjaan yang ditinjau berupa penggalian, pengangkutan, pengurugan dan perataan; produktivitas alat berat yang ditinjau adalah *backhoe*, *dump truck* (besar, sedang, kecil) dan *bulldozer*; biaya pengadaan alat berat yang ditinjau adalah dengan sistem sewa *all in* per jam untuk *backhoe* dan *bulldozer* dan sistem kontrak sewa harian untuk *dump truck*; harga sewa alat berat yang ditinjau adalah disesuaikan dengan harga yang berlaku di tempat penelitian yaitu di Kabupaten Tabanan; perhitungan biaya jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal yaitu 8 jam per hari; asumsi alat berat bekerja terus menerus dengan waktu efektif 7 (tujuh) jam perhari dan hanya berhenti saat jam istirahat; kondisi alat berat yang ditinjau adalah alat-alat berat yang berproduksi optimal dan dalam kondisi baik; pelaksanaan pekerjaan yang ditinjau adalah dilaksanakan saat musim kemarau dan cuaca yang cerah; penelitian yang ditinjau tidak termasuk pekerjaan persiapan penggalian.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Alat Berat

Alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu teknik sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan suatu faktor penting di dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dalam skala menengah dan skala besar. Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat dicapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat, Rochmanhadi (1985).

2.2 Pengelompokan Alat Berat

Alat berat dikelompokkan menurut penggerak utama (*prime mover*) dan menurut fungsinya. Rochmanhadi (1982) :

a) Alat berat menurut penggerak utama (*prime mover*) dibedakan menjadi 3 (tiga) kelompok alat yaitu:

1) *Tractor* sebagai *prime mover*

Tractor merupakan penggerak utama pada alat berat untuk bergerak maju dan mundur.

2) *Excavator* sebagai *prime mover*

Excavator merupakan penggerak utama alat berat untuk berputar sehingga alat bisa berputar 360 derajat.

3) Alat-alat berat selain penggerak utama *tractor* dan *excavator*

Yang termasuk dalam kelompok ini yaitu *dump truck*, *dump wagon*, *trailer*, *three wheel roller*, *tandem roller*, *pneumatic tired roller*, *towed roller*, *compressor*, *stone crusher*, *asphaltmixing plant*, *asphalt distributor*, *asphalt crusher*, *dredger* (kapal keruk), *meshgrid* dan *segment roller*

b) Alat Berat Menurut Fungsinya.

Menurut fungsinya, alat berat dibedakan menjadi 7 (tujuh) kelompok alat berat yaitu :

- 1) Alat pengolah/pembersih lapangan
- 2) Alat penggali
- 3) Alat pengangkut material
- 4) Alat pemindah material
- 5) Alat pemadat
- 6) Alat pemroses material
- 7) Alat penempatan akhir material

2.3 Alat Berat Yang Ditinjau

a) *Backhoe*

Backhoe termasuk dalam alat penggali hidrolis yang memiliki *bucket* yang dipasangkan didepannya. Alat ini ada yang mempunyai roda ban biasa/karet (*wheel*) dan ada yang menggunakan roda rantai/kelabang (*crawler*). *Backhoe* adalah alat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan menggali dan terdiri dari tiga bagian utama Rochmanhadi, (1982)

- 1) *Backhoe* terdiri dari bagian atas (yang dapat berputar) disebut *revolving unit*
- 2) Bagian bawah (untuk gerak maju dan mundur/berjalan) disebut *travel unit*
- 3) Bagian perlengkapan (*attachment*) yang dapat diganti sesuai kebutuhan.

b) *Dump Truck*

Dump truck adalah alat yg berfungsi memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lain dalam jarak jauh. Umumnya dikenal tiga macam *dump truck*, Rochmanhadi, (1982)

- 1) *Side dump truck* (penumpahan ke samping)
- 2) *Rear dump truck* (penumpahan kebelakang)
- 3) *Rear and side dump truck* (penumpahan kebelakang dan kesamping)

Dump truck dapat membuang muatan dari bak secara otomatis. Penumpahan muatan (*dumping*) dilakukan dengan cara hidrolis yang menyebabkan bak terangkat pada satu sisi, sedang sisi lain yang berhadapan berputar sebagai engsel. Kapasitas bak penampung *dump truck* terdiri dari *struck capacity* dan *heaped capacity*. *Struck capacity* adalah kapasitas alat yang muatannya maksimal mencapai ketinggian dari bak penampung. *Heaped capacity* adalah kondisi muatan mencapai ketinggian lebih tinggi dari bak penampung.

c) *Bulldozer*

Bulldozer adalah *tractor* yang dipasangkan *blade* di depannya dan pergerakannya maju mundur. *Blade* berfungsi untuk mendorong atau memotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan *bulldozer* adalah pembersihan lahan, pembukaan jalan baru, pemindahan/perataan material pada jarak pendek, membantu pengisian material pada *scraper*, penyebaran material, mengisi kembali saluran, pembersihan *quarry* dan lain-lain. Menurut track shoonya *bulldozer* dibedakan sebagai berikut : Rochmanhadi (1982)

- 1) *Crawler tractor dozer* (dengan roda kelabang).
- 2) *Wheel tractor dozer* (dengan roda ban).
- 3) *Swamp bulldozer* (untuk daerah rawa-rawa).

Berdasarkan penggerak *bladenya*, *bulldozer* dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu sebagai berikut:

- 1) *Cable controlled* (kendali kabel).
- 2) *Hydraulic controlled* (kendali hidrolis).

Beberapa jenis pisau yang digunakan pada *bulldozer* atau *angle dozer* antara lain sebagai berikut:

- 1) *Universal blade (U-Blade)*
- 2) *Straight blade (S-blade)*
- 3) *Angling blade (A-blade)*
- 4) *Cushion blade (C-blade)*
- 5) *Bowldozer, Light Material U Blade*

2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat

Kemampuan alat dalam memproduksi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a) Faktor Kondisi Peralatan dan Faktor Medan (E_{am})
- b) Faktor Material (E_m)
- c) Faktor Cuaca, Operator dan Mekanik (E_{co})
- d) Faktor *Bucket* (K)

Semua faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat tersebut dalam perhitungan produktivitas alat berat disebut dengan faktor efisiensi/faktor koreksi atau *job factor* dan gabungan dari semua faktor ini merupakan efisiensi kerja yang sebenarnya. Besarnya nilai gabungan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan, Rochmanhadi (1992)

$$E_{total} = E_{am} \times E_m \times E_{co} \times E_k$$

Dimana

E_{am} = faktor gabungan alat dan medan

E_m = faktor sifat dan kondisi material

E_{co} = faktor gabungan mekanik dan operator terhadap cuaca

E_k = faktor *bucket*

2.5 Kapasitas Produksi Alat Berat

Menghitung kapasitas produksi per-jam alat berat Rochmanhadi (1985)

a) *Backhoe*

Produksi per jam (Q)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \quad (\text{m}^3/\text{jam})$$

Dimana :

Q = produksi perjam (m^3/jam)

q = kapasitas *bucket* (m^3)

C_m = waktu siklus (menit)

E = faktor koreksi/*job factor*

Waktu siklus (C_m)

$(C_m) = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

Dimana :

T_1 = waktu gali (*digging*)

T_2 = waktu putar bermuatan (*swing loading*)

T_3 = waktu buang (*dumping*)

T_4 = waktu putar kosong (*swing empty*)

b) *Bulldozer*

Kapasitas produksi per-jam dari *bulldozer* pada saat penggusuran Rochmanhadi (1985)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \quad (\text{m}^3/\text{jam})$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3/jam)

q = Kapasitas *blade* (m^3)

C_m = Waktu siklus (menit)

Kapasitas blade (q)

$$q = L \times H^2$$

L = lebar *blade*/sudu (m)

H = tinggi *blade* (m)

Waktu siklus

Waktu yang dibutuhkan *bulldozer* untuk menyelesaikan satu siklus (maju, ganti *persneling* dan mundur), Rochmanhadi (1985)

Waktu siklus (C_m)

$$C_m = \underline{D} + \underline{D} + Z$$

F R

Dimana :

D = Jarak angkut/gusur (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

Z = Waktu ganti persneling (menit)

2.6 Jumlah Kebutuhan Alat Berat

Jumlah kebutuhan alat dihitung berdasarkan volume tanah, waktu efektif jam kerja, *time schedule* dan kapasitas produksi alat. Menurut Rochmanhadi (1985)

a) Backhoe

$$n = \frac{V}{We \cdot S \cdot Q}$$

Dimana

n = kebutuhan unit peralatan perjenis (unit)

V = volume perjenis pekerjaan (m^3)

We = waktu efektif hari kerja (hari)

S = *time schedule*

Dump truck kombinasi dengan *backhoe*. Soerjatmodjo (2004)

$$N = \frac{Rd}{Ld}$$

N = jumlah *truck* yang dibutuhkan

Rd = waktu siklus *dump truck*

Ld = *loading time dump truck*

$Ld = n \times Cm$

$Rd = Ld + Ct$

Dimana

Cm = *cycle time*/waktu siklus alat pemuat (menit)

q = kapasitas pemuat (m^3)

C = kapasitas alat angkut (m^3)

n = jumlah siklus *backhoe* untuk mengisi *dump truck* (unit)

$$n = \frac{C}{q}$$

Ct = waktu perjalanan/*traveling*

$Ct = tb + tt + tm + tk$

tb = waktu buang muatan *dump truck* (menit)

tt = waktu tunggu/antre *dump it*)

tm = waktu angkut bermuatan *dump truck* (menit)

$$tm = \frac{D}{V1} \times 60$$

tk = waktu angkut kosong *dump truck* (menit)

$$tk = \frac{D}{V2} \times 60$$

Dimana :

D = Jarak angkut *dump truck* (km)

$V1$ = Kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (km/jam)

$V2$ = Kecepatan rata-rata *truck* kosong (km/jam)

b) Bulldozer

$$n = \frac{V}{We \cdot S \cdot Q}$$

Dimana

n = kebutuhan unit peralatan per-jenis (unit)

V = volume pekerjaan/tanah (m^3)

We = waktu efektif jam kerja (jam)

S = jadwal pelaksanaan (hari)

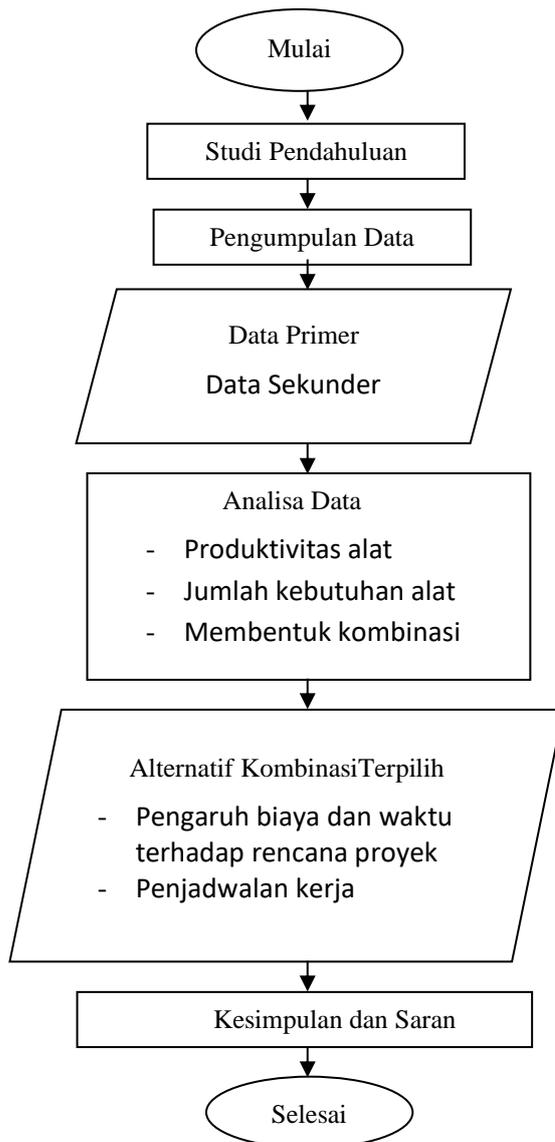
Q = kapasitas produksi peralatan per satuan waktu (m^3/jam)

2.7 Biaya Produksi Alat Berat

Memperhitungkan biaya sewa alat berat. Sistem sewa alat berat ada berupa sewa kontrak dan sewa per-jam. Sistem sewa alat berat menurut perhitungan waktu per-jam terdapat 2 model sistem sewa yaitu:

- Sewa *all in* yaitu ongkos sewa alat sudah termasuk biaya bahan bakar utama (solar) dan ongkos operator alat.
- Sewa kosongan yaitu ongkos sewa alat tidak termasuk biaya bahan bakar dan ongkos operator alat sehingga penyewa menyediakan bahan bakar dan membayar ongkos operator alat.

3. METODE PENELITIAN



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lapangan

Penelitian ini dilakukan pada studi kasus proyek penataan lahan Aditya Sentana Residence di Desa Batuaji, Kerambitan, Tabanan. Berdasarkan master plan yang didapatkan penulis di PT. Aditya Sentana, luas keseluruhan lahan proyek pembangunan perumahan Aditya Sentana Residence adalah 50.000 m² yang dikerjakan dalam empat tahap. Dari empat tahap pekerjaan penataan lahan itu, penelitian dilakukan pada penataan lahan tahap ketiga dengan luas lahan 15.000 m².

4.2 Data Alat Berat Yang Diteliti

Alat berat yang diteliti adalah kombinasi alat berat yang diharapkan mampu untuk mengoptimalkan pekerjaan penataan lahan baik dari segi biaya maupun waktu pelaksanaannya. Alat-alat berat itu adalah:

- a) *Backhoe* Komatsu PC 200-8MO kapasitas bucket 0,97 m³
- b) *Backhoe* Komatsu PC 200-8MO kapasitas bucket 1,2 m³
- c) *Dump Truck* kapasitas 5 m³
- d) *Dump Truck* kapasitas 9 m³
- e) *Dump Truck* kapasitas 12 m³
- f) *Bulldozer* dengan lebar *blade* 2,461 m dan tinggi *blade* 0,936 m

4.3 Produktivitas Alat

a) *Backhoe*

Produksi *Backhoe* Komatsu PC 200-8MO kapasitas bucket 0,97 m³ = 67,0344 m³/jam

Produksi *Backhoe* Komatsu PC 200-8MO kapasitas bucket 1,2 m³ = 75,1545 m³/jam

b) *Bulldozer*

Produksi *Bulldozer* lebar *blade* 2,461 m dan tinggi *blade* 0,936 m = 47,6762 m³/jam

4.4 Analisa Kombinasi *Backhoe* Dengan *Dump Truck*

Biaya eksploitasi *dump truck*

- a) Kombinasi *backhoe* I dengan *dump truck* kecil kapasitas 5 m³
= Rp 5.221,20
- b) Kombinasi *backhoe* I dengan *dump truck* sedang kapasitas 9 m³
= Rp 4.743,84
- c) Kombinasi *backhoe* I dengan *dump truck* besar kapasitas 12 m³
= Rp 5.594,15
- d) Kombinasi *backhoe* II dengan *dump truck* kecil kapasitas 5 m³
= Rp 4.657,07
- e) Kombinasi *backhoe* II dengan *dump truck* sedang kapasitas 9 m³
= Rp 4.241,26
- f) Kombinasi *backhoe* II dengan *dump truck* besar kapasitas 12 m³
= Rp 4.989,72

4.5 Alternatif Kombinasi

Kombinasi 2 jenis *backhoe* dengan 3 jenis *dump truck* menghasilkan 6 alternatif kombinasi dan ditambah *bulldozer*, maka terbentuk 6 alternatif kombinasi yang terdiri dari 3 jenis alat berat yaitu :

- a) Kombinasi A : *backhoe* kapasitas 0,97 m³, *dump truck* kapasitas 5 m³, *bulldozer*
- b) Kombinasi B: *backhoe* kapasitas 0,97 m³, *dump truck* kapasitas 9 m³, *bulldozer*
- c) Kombinasi C : *backhoe* kapasitas 0,97 m³, *dump truck* kapasitas 12 m³, *bulldozer*
- d) Kombinasi D : *backhoe* kapasitas 1,2 m³, *dump truck* kapasitas 5 m³, *bulldozer*
- e) Kombinasi E : *backhoe* kapasitas 1,2 m³, *dump truck* kapasitas 9 m³, *bulldozer*
- f) Kombinasi F: *backhoe* kapasitas 1,2 m³, *dump truck* kapasitas 12 m³, *bulldozer*

4.6 Jumlah Kebutuhan Alat

Menghitung jumlah total kebutuhan alat berat didalam pekerjaan galian dan urugan didasarkan pada data-data lapangan yang yaitu : volume tanah galian dan urugan (V) = 76.175 m³ dan jadwal pelaksanaan/*time schedule* (S) = 90 hari.

4.7 Pembentukan Alternatif Kombinasi

Setelah dihitung jumlah kebutuhan alat berat maka dibentuk 6 alternatif kombinasi berdasarkan kombinasi 2 jenis *backhoe* dan 3 jenis *dump truck* ditambah dengan *bulldozer* sebagai berikut:

- a) Kombinasi A :
2 unit *backhoe* kapasitas 0.97 m³
8 unit *dump truck* kapasitas 5 m³
3 unit *bulldozer* D61 PXi-24
- b) Kombinasi B :
2 unit *backhoe* kapasitas 0.97 m³
6 unit *dump truck* kapasitas 9 m³
3 unit *bulldozer* D61 PXi-24
- c) Kombinasi C :
2 unit *backhoe* kapasitas 0.97 m³
6 unit *dump truck* kapasitas 12 m³
3 unit *bulldozer* D61 PXi-24
- d) Kombinasi D :
2 unit *backhoe* kapasitas 1,2 m³
8 unit *dump truck* kapasitas 5 m³
3 unit *bulldozer* D61 PXi-24
- e) Kombinasi E :
2 unit *backhoe* kapasitas 1,2 m³
6 unit *dump truck* kapasitas 9 m³
3 unit *bulldozer* D61 PXi-24
- f) Kombinasi F :
2 unit *backhoe* kapasitas 1,2 m³
6 unit *dump truck* kapasitas 12 m³
3 unit *bulldozer* D61 PXi-24

4.8 Jangka Waktu Pelaksanaan

Dari 6 kombinasi yang telah terbentuk kemudian dihitung jangka waktu pelaksanaan masing-masing alternatif kombinasi dengan rumus sebagai berikut :

Waktu pengerjaan =

$$\frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi alat x jam kerja}}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh waktu pengerjaan untuk masing-masing kombinasi alat yaitu :

- a) Kombinasi A :
2 unit *backhoe* 0.97 m³ dan 8 unit *dump truck* 5 m³ pengerjaan 82 hari
3 unit *bulldozer* pengerjaan 73 hari
- b) Kombinasi B :
2 unit *backhoe* 0.97 m³ dan 6 unit *dump truck* 9 m³ pengerjaan 82 hari
3 unit *bulldozer* pengerjaan 73 hari
- c) Kombinasi C :
2 unit *backhoe* 0.97 m³ dan 6 unit *dump truck* 12 m³ pengerjaan 82 hari
3 unit *bulldozer* pengerjaan 73 hari
- d) Kombinasi D :
2 unit *backhoe* 1,2 m³ dan 8 unit *dump truck* 5 m³ pengerjaan 82 hari
3 unit *bulldozer* pengerjaan 73 hari
- e) Kombinasi E :
2 unit *backhoe* 1,2 m³ dan 6 unit *dump truck* 9 m³ pengerjaan 82 hari
3 unit *bulldozer* pengerjaan 73 hari
- f) Kombinasi F :
2 unit *backhoe* 1,2 m³ dan 6 unit *dump truck* 12 m³ pengerjaan 82 hari
3 unit *bulldozer* pengerjaan 73 hari

4.9 Biaya Sewa Alat

Setelah diketahui jumlah alat yang dibutuhkan dan jangka waktu pelaksanaan masing-masing alternatif kombinasi kemudian dihitung biaya sewa alat berat yaitu biaya yang harus dibayar penyewa kepada pemilik alat. Biaya sewa alat berat backhoe dan bulldozer dihitung per-jam sedangkan biaya sewa dump truck dihitung kontrak per-hari. Berikut hasil perhitungan biaya sewa alat pada setiap kombinasi :

- a) Kombinasi A Rp 1.495.625.000
- b) Kombinasi B Rp 1.454.625.000
- c) Kombinasi C Rp 1.528.425.000
- d) Kombinasi D Rp 1.447.225.000
- e) Kombinasi E Rp 1.410.725.000
- f) Kombinasi F Rp 1.476.425.000

4.10 Pemilihan alternatif kombinasi Alat Berat

Dari perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan kemudian dicari alternatif yang paling menguntungkan dengan biaya yang paling rendah dan waktu pelaksanaan yang paling singkat maka didapat alternatif kombinasi E yang terdiri dari 2 unit *backhoe* kapasitas 1,2 m³, 6 unit *dump truck* sedang kapasitas 9 m³ dan 3 unit *bulldozer*.

4.11 Perhitungan Waktu Dan Biaya Alternatif Kombinasi Alat Terpilih Terhadap Rencana Kerja dan Anggaran Biaya Proyek

Perhitungan biaya dan penjadwalan alternatif terpilih adalah untuk mengetahui selisih biaya dan waktu dari penggunaan alternatif kombinasi terpilih terhadap jadwal pelaksanaan /*time schedule* dan rencana anggaran biaya proyek.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Alternatif kombinasi alat berat yang paling optimal dan menguntungkan adalah alternatif kombinasi E yang terdiri 2 unit *backhoe* kapasitas *bucket* 1,2 m³ dengan 6 unit *dump truck* sedang kapasitas 9 m³ dan 3 unit *bulldozer*.
- 2) Dari hasil analisa biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan didapat:
 - a) Biaya total dengan menggunakan alternatif kombinasi terpilih (alternatif E) Rp 1.410.725.000 sedangkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek Rp 1.750.000.000, ada penghematan biaya sebesar Rp 339.275.000.
 - b) Waktu pelaksanaan pekerjaan didapat 73 hari untuk kombinasi *backhoe* kapasitas *bucket* 1,2 m³ dengan *dump truck* sedang kapasitas 9 m³ dan 77 hari untuk pekerjaan *bulldozer* sedangkan jadwal pelaksanaan/ *time schedule* proyek direncanakan 90 hari, ada penghematan waktu selama 17 hari untuk pekerjaan *backhoe* dan *dump truck* serta 13 hari untuk pekerjaan *bulldozer*.
- 3) Saat yang tepat masuknya *bulldozer* untuk mulai bekerja adalah di hari ketiga ketika kombinasi *backhoe* dengan *dump truck* sudah bekerja selama 2 (dua) hari saat sudah ada cukup material untuk diratakan.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini, kami memberikan saran-saran sebagai berikut:

- 1) Bagi pihak kontraktor disarankan untuk menggunakan kombinasi yang terdiri dari 2 unit *backhoe* kapasitas *bucket* 1,2 m³, 6 unit *dump truck* kapasitas 9 m³ dan 3 unit *bulldozer* D61 Pxi-24. Dengan menggunakan kombinasi ini, pihak kontraktor dapat mengoptimalkan penggunaan masing-masing alat guna meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk menyewa alat berat dan juga waktu pelaksanaan pekerjaan agar lebih cepat dari jadwal pelaksanaan/*time schedule*.
- 2) Bagi pihak *developer*/pengembang dan kontraktor, sebelum memulai pekerjaan galian dan urugan, disarankan terlebih dahulu melakukan perencanaan dan kajian ilmiah untuk

mendapatkan hasil yang optimal, menekan biaya serta untuk mengetahui anggaran biaya didalam perencanaan pekerjaan galian dan urugan.

- 3) Bagi semua pihak yang melakukan pekerjaan galian dan urugan seperti pada studi kasus ini disarankan untuk memakai alternatif terpilih dari penelitian ini yaitu kombinasi E yang terdiri dari 2 unit *backhoe* kapasitas *bucket* 1,2 m³ dengan 6 unit *dump truck* kapasitas 9 m³ dan 3 unit *bulldozer* D61 Pxi-24.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad. K. 2012, *Alat Berat*, PT Remaja Rosdakarya, Bandung
- Diputra. G. A. 2015, *Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah*, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2010, *Materi Pelatihan Berbasis Kompetensi Sektor Jasa Konstruksi Bidang Pekerjaan Mekanikal Jabatan Kerja Operator Backhoe Loader*. Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta Selatan.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2010, *Modul Ringkas Operator Bulldozer*, Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta Selatan.
- Rochmanhadi, 1982, *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi, 1985, *Analisa Gerak dan Waktu dalam Pengoperasian Alat-alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi, 2000, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Ronald Martin, 2018, *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea*. Jurnal Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Rostiyanti. S. F. 2008, *Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi*, Rineka Cipta, Jakarta
- Setiawati. 2013, *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV Di Cilegon*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten
- Sjachdirin. M. 1998, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Institut Teknologi Nasional Malang
- Soerjatmodjo.G. 2004, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Universitas Negeri Surabaya.
- Sopa. R. M. 2013, *Perbandingan Biaya Dan Waktu Pemakaian Alat Berat Bulldozer Dan Excavator Dibandingkan Dengan Backhoe Loader Pada Pembangunan Peternakan Ayam Dayeuh Manggung*, Sekolah Tinggi Teknologi, Garut
- Turalaki. S. S. 2018, *Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Terhadap Biaya Pekerjaan Cut & Fill Proyek Perumahan Holland Boulevard Manado*, Jurnal Universitas Sam Ratulangi, Manado
- www.komatsuamerica.com/equipment/excavators/mid-size#page
diakses tanggal 2 Januari 2020
- www.ktbfuso.co.id/product-detail/10/fe-74-s