

ANALISIS BIAYA DAN PRODUKTIVITAS PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA KEGIATAN PEMBANGUNAN JALAN AKSES SIAK IV PEKANBARU

Devid Nugraha¹, Rian Trikomara Iriana², Sri Djuniati²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Email : devid.nugraha@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Road construction requires heavy equipment in its work, one of them is road layer. Heavy equipments which currently use is dump truck, excavator, motor greder, water tank truck, tandem roller and wheel loader. The number of heavy equipment to itemized work selected heap, Class B aggregate and A class aggregate are 1 unit excavator, 1 unit wheel loader, 15 unit dump trucks, 1 unit grader motor, 2 unit tandem rollers, 1 unit water tank, selected heap work which use the provisions of the owner is 9 days and the contractor 11 days, class B aggregate work using the provisions of the owner are 7 days and 9 days contractor, A class aggregate work using the provisions of the owner are 5 days and 7 days contractor. The differences in the cost of heavy equipment is Rp.121.650.532 or higher by using contractor's heavy equipment. To determine the heavy equipment with a more efficient cost with a saving percentage of 12.93% then, the contractor must meet the provisions made by the owner with the economical life tool, the condition of the machine and eligible labor.

Keywords : Cost analysis, heavy equipment, productivity, road layer

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di kota Pekanbaru semakin berkembang seiring bertambahnya populasi manusia dan kemajuan teknologi. Pembangunan pada berbagai sektor seperti jalan, gedung, jembatan, saluran dan pembangunan lainnya sedang berkembang diberbagai wilayah di kota Pekanbaru khususnya di daerah rumbai. Untuk mendukung rencana pengembangan kawasan kota satelit payung sekaki di rumbai serta menunjang rumbai menjadi pusat olahraga, pendidikan dan perumahan, maka perlu penambahan jalur-jalur baru atau alternatif baru seperti pembangunan jalan akses.

Pembangunan jalan raya yang baik dan layak untuk dilewati karena merupakan peran penting dalam bidang ekonomi, politik dan sosial. Kualitas jalan yang dihasilkan tidak lain karena pengaruh

material, operator dan penggunaan alat berat agar hasilnya sesuai rencana dan selesai sesuai waktu yang telah ditentukan.

Penggunaan alat berat sangat berpengaruh pada progres kemajuan suatu kegiatan. Kesalahan dalam pemilihan alat berat akan mengakibatkan produktivitas yang rendah dengan demikian akan terjadi penambahan biaya suatu kegiatan apabila dilakukan perbaikan dan pengadaan alat berat lainnya.

PT. Bina Pembangunan Adi Jaya mengerjakan kegiatan pembangunan jalan akses Siak IV Pekanbaru dengan total panjang pekerjaan 775 M dan lebar 21 M dengan nilai kontrak sebesar Rp. 15.428.000.000,00 dalam masa pelaksanaan 210 hari. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Dilihat secara visual di lapangan terjadi perbaikan alat berat sehingga tidak produktivitas, penambahan waktu dan

biaya. Kondisi perbaikan alat dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam pekerjaan ini menggunakan alat berat yaitu *dump truck*, *exavator*, *motor grader*, *water tank truck*, *tandem roller* dan *wheel loader*. Alat berat tersebut akan dianalisis guna mengetahui produktivitas yang efektif dalam pelaksanaan. Dimana akan dilihat dari segi biaya antara harga alat berat HPS owner dengan alat berat kontraktor untuk dijadikan pedoman pelaksanaan pekerjaan.



Gambar 1 Peta lokasi mulai sta 00+000 sampai 00+775

(Sumber: <https://earth.google.com>)



Gambar 2 Kondisi Perawatan Mesin Alat Berat Dilapangan

(Sumber: Dokumentasi Lapangan)

A.2 Tujuan

1. Menghitung kebutuhan unit alat berat yang lebih efisien.
2. Mengetahui waktu dan biaya minimum serta persentase selisih biaya dari penggunaan alat berat HPS owner dan alat berat kontraktor pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B1. Metode Pelaksanaan Untuk Tiap Pekerjaan

1. Timbunan Pilihan Dari Sumber Galian
Sebelum memulai pekerjaan ini, kontraktor harus mempersiapkan *shop drawing* dan *estimasi* perhitungan volume timbunan pilihan mengajukan bahan dasar material pilihan (*quarry*) yang memenuhi spesifikasi dan membuat JMF (*Job Mix Formula*). Bahan telah disetujui oleh direksi pekerjaan, maka kontraktor dapat memulai pekerjaan timbunan pilihan, dengan menggunakan *wheel loader* untuk mengambil timbunan pilihan di lokasi *quarry* yang telah disetujui dan dimuat ke dalam *dump truck* serta diangkut ke lokasi yang akan ditimbun (pada pekerjaan ini timbunan pilihan digunakan untuk timbunan badan jalan di bawah lapis pondasi agregat kelas B dan digunakan juga sebagai timbunan bahu jalan pada sisi kiri dan kanan dari perkerasan aspal.

Dihampar dengan menggunakan *motor grader* dan pemadatan harus dilakukan layar per layar sesuai dengan spesifikasi dengan menggunakan alat *tandem roller* serta dibasahi dengan menggunakan *water tank* untuk mencapai kadar air optimum untuk pemadatan selanjutnya dilakukan pengetesan kepadatan / *density* dilapangan (Data Kontrak).

2. Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Bahan yang digunakan : Agregat B (Agregat Kasar dan Halus) semua bahan harus dites sesuai dengan spesifikasi yang tercantum dalam kontrak, contoh material harus diberikan ke pihak direksi sesuai dengan ketentuan, dan setelah semua pemeriksaan selesai dikeluarkanlah JMF (*Job Mix Formula*) sebagai acuan pencampuran bahan yang digunakan.

Metode kerja dan peralatan yang digunakan :

Wheel loader untuk mengaduk dan membuat hasil adukan agregat kelas B ke dalam *dump truck*, *dump truck* untuk mengantar material ke lokasi pekerjaan dan di dumping sesuai lokasi pekerjaan.

Pada pekerjaan ini lapis pondasi agregat kelas B dihampar dan diperuntukkan untuk badan jalan, sebagai pondasi dari pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A diatasnya dan atau sebagaimana gambar *shop drawing* yang ditunjukkan dan ditentukan oleh direksi pekerjaan. *Motor grader* untuk menghampar dan merapikan material agregat kelas B dengan tebal, panjang, lebar dan kemiringan sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar rencana. *Tandem roller* untuk pemadatan material agregat kelas B yang telah dihampar, dan dirapikan kembali oleh *motor grader* sesuai dengan kelandaian dan kemiringan desain. *Water tank* untuk menyiram material yang dihampar supaya tidak berdebu dan memenuhi kadar air optimum sesuai dengan spesifikasi. Setelah semuanya selesai, dilakukan opname pekerjaan (test ketebalan agregat kelas B, panjang dan lebar agregat kelas B terhampar), pengetesan dan pengujian kepadatan dengan menggunakan alat uji *sand cone* oleh tim survey dan *quality control* bersama dengan pihak konsultan dan pihak pengguna jasa (Data Kontrak).

3. Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Bahan yang digunakan : Agregat A (Agregat Kasar dan Halus) semua bahan harus dites sesuai dengan spesifikasi yang tercantum dalam kontrak, contoh material harus diberikan ke pihak direksi sesuai dengan ketentuan dan setelah semua pemeriksaan selesai dikeluarkanlah JMF (*Job Mix Formula*) sebagai acuan pencampuran bahan yang digunakan.

Metode kerja dan peralatan yang digunakan :

Wheel loader untuk mengaduk dan membuat hasil adukan Agregat kelas A ke dalam *dump truck*, *dump truck* untuk mengantar material ke lokasi pekerjaan dan di dumping sesuai lokasi pekerjaan. Pada pekerjaan ini lapis pondasi agregat kelas A dihampar diatas pondasi agregat kelas B sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar *shop drawing* dan ditentukan oleh direksi pekerjaan. Lapis pondasi

agregat kelas A ini berfungsi sebagai pondasi lapisan perkerasan aspal di atasnya. *Motor grader* untuk menghampar dengan tebal, panjang, lebar dan kemiringan sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar rencana, material agregat kelas A yang telah terhampar kemudian dirapikan dan dibentuk kembali dengan *motor grader*. *Tandem roller* untuk pemadatan material agregat kelas A yang telah dihampar, dan dirapikan kembali oleh *motor grader* sesuai dengan kelandaian dan kemiringan desain. *Water tank* untuk menyiram material yang dihampar supaya tidak berdebu dan memenuhi kadar air optimum sesuai dengan spesifikasi. Setelah semuanya selesai, dilakukan opname pekerjaan (test ketebalan agregat kelas A, panjang dan lebar agregat kelas A terhampar), pengetesan dan pengujian kepadatan dengan menggunakan alat uji *sand cone* oleh tim survey dan *quality control* bersama dengan pihak konsultan dan pihak pengguna jasa (Data Kontrak)..

B2. Analisis Biaya Alat Berat

Dalam menghitung biaya pemilikan dan operasional alat perjam dapat digunakan rumus sebagai berikut :

1. Biaya pasti perjam kerja.

Nilai sisa alat dihitung berdasarkan persamaan 1.

$$C = 10\% \times B \text{ (Rupiah)} \quad (1)$$

Dengan :

C = Nilai sisa Alat (Rupiah)

B = Harga Alat (Rupiah)

Faktor Angsuran modal dihitung berdasarkan persamaan 2.

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \quad (2)$$

Dengan :

i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)

D = faktor angsuran modal

A = umur alat (tahun)

Biaya pengembalian modal dihitung berdasarkan persamaan 3.

$$e1 = \frac{(B-C) \times D}{W} \quad (3)$$

Dengan :

$e1$ = biaya pengembalian modal (Rupiah)

B = harga alat (Rupiah)

C = nilai sisa alat (Rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Biaya asuransi, dll dapat dihitung berdasarkan persamaan 4.

$$e2 = \frac{0,002 \times B}{W} \quad (4)$$

Dengan :

$e2$ = asuransi, dll (Rupiah)

B = harga alat (Rupiah)

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Biaya pasti perjam = biaya pengembalian modal + Asuransi

2. Biaya operasi perjam kerja :

a. Biaya bahan bakar dapat dihitung berdasarkan persamaan 5.

$$A = (0,125 - 0,175) \times Pw \times Ms \quad (5)$$

Dengan:

Pw = Tenaga alat (HP)

Ms = Bahan bakar solar (Liter)

b. Biaya pelumas dapat dihitung berdasarkan persamaan 6

$$I = (0,01 - 0,02 \text{ ltr/HP/jam}) \times Pw \times Mp \quad (6)$$

Dengan:

Pw = Tenaga alat (HP)

Mp = Minyak pelumas (Liter)

c. Biaya perawatan dan perbaikan dapat dihitung berdasarkan persamaan 7

$$K = \frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{W} \quad (7)$$

Dengan:

B = Harga alat

W = Jam operasi dalam 1 tahun

d. Biaya operator dapat dihitung berdasarkan persamaan 8.

$$L = (1 \text{ org/jam}) \times U1 \quad (8)$$

Dengan:

$U1$ = Upah operator/supir

e. Biaya pembantu operator dapat dihitung berdasarkan persamaan 9.

$$M = (1 \text{ org/jam}) \times U2 \quad (9)$$

Dengan:

$U2$ = Upah pembantu operator/supir

3. Biaya operasi perjam kerja = $(a+b+c+d+e)$ Rupiah

Total biaya sewa alat perjam (S) = Biaya pasti perjam + Biaya operasi perjam kerja

B3. Jenis dan Kapasitas Produksi Alat Berat

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktifitas alat yaitu efisiensi alat. Bagaimana efektifitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu :

- Kemampuan operator alat berat.
- Pemilihan dan pemeliharaan alat.
- Perencanaan dan pengaturan letak alat.
- Topografi dan volume pekerjaan.
- Kondisi cuaca.

Efisiensi kerja alat menurut Permen PUPR No.28 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Efisiensi Kerja Alat

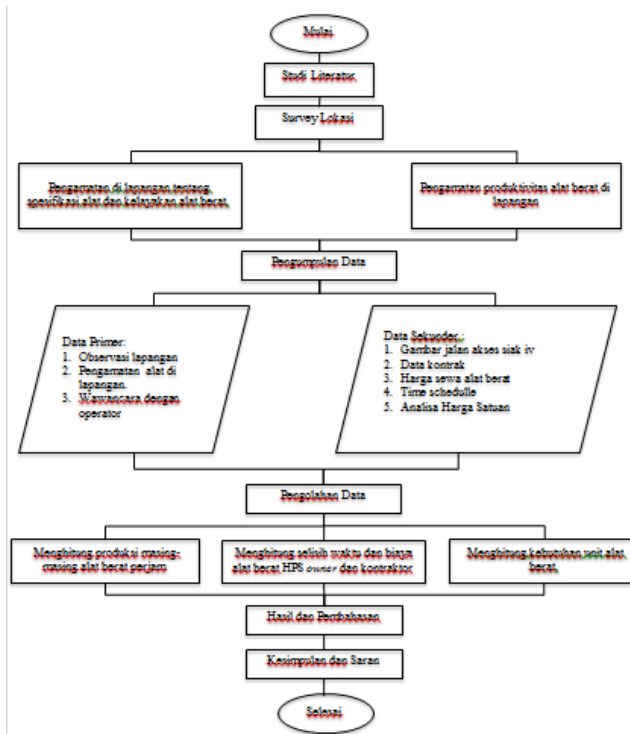
Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,61
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,62	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,51	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Angka dalam warna kelabu adalah tidak disarankan. Faktor efisiensi ini adalah didasarkan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum.

(Sumber : Permen PUPR, No.28.2016)

C. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini bisa dilihat dari bagan alir sebagai berikut.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

D. HASIL ANALISIS dan PEMBAHASAN

D.1 Hasil Analisis

Perhitungan analisis pada bab ini menggunakan metode pengerjaan dan perhitungan Standar Bina Marga 2010 revisi 3, hasil yang dibahas sesuai dengan tujuan dari tugas akhir ini. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam analisis ini adalah:

- Harga BBM Industri : Diperoleh dari PT. Pertamina tahun 2017 menggunakan premium dan minyak solar
- Tingkat suku bunga : 13,12 % dipakai pelekangan tahun 2017.
- Daftar harga satuan dan upah Pekanbaru tahun 2017.
- Daftar peralatan : Diperoleh dari PT.Bina Pembangunan Adi Jaya
- Masa pelaksanaan : 210 hari
- Biaya sewa alat berat dari perhitungan standar bina marga 2010 revisi 3
- Daftar personil : Diperoleh dari PT.Bina Pembangunan Adi Jaya

Efisiensi alat berat kontraktor dari hasil wawancara operator maka dapat dinyatakan dalam jenjang kualifikasi terampil kelas I, karena tidak memenuhi salah satu syarat maka dapat digunakan efisiensi dalam kondisi sedang, efisiensi berdasarkan data personil mekanik dan umur alat yang digunakan adalah dalam kondisi sedang. Efisiensi alat berat dapat dilihat pada Tabel 1

D.2 Hasil Analisis Produktivitas Alat Berat Berdasarkan Volume Pekerjaan

- Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B

a. Wheel Loader

Kapasitas bucket (V) = 2,10 m³

Faktor bucket (Fb) = 0,85

Berat isi padat (Bip) = 1,81 Permen PUPR No 28 2016

Berat volume agregat lepas (Bil) = 1,51 Ton/m³ Permen PUPR No 28 2016

Efisiensi alat (Fa)

Alat kontraktor (Fa1) = 0,65 (Tabel 1)

Alat HPS owner (Fa2) = 0,83 (Tabel 1)

Waktu siklus (Ts) = T1

Memuat dan lain-lain T1 = 0,45 menit

Waktu siklus Ts = 0,45 menit

Kapasitas prod/jam (Q) =

$$\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Bip/Bil}$$

$$Ts \times Bip/Bil$$

Kapasitas prod/jam alat HPS owner=

$$\frac{2,10 \times 0,85 \times 0,83 \times 60}{0,45 \times 1,81/1,51} = 164,80 \text{ m}^3$$

Koefisien (1:Q) = 0,0061 jam

Kapasitas prod/jam alat kontraktor =

$$\frac{2,10 \times 0,85 \times 0,65 \times 60}{0,45 \times 1,81/1,51} = 129,06 \text{ m}^3$$

Koefisien (1:Q) = 0,0077 jam

Jumlah jam kerja :

Kapasitas prod/jam alat HPS

owner=164,80 m³

Kapasitas prod/jam alat

kontraktor=129,06 m³

Volume pekerjaan = 3.332,50 m³

Waktu yang dibutuhkan alat=

$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas prod/jam}}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{3.332,50}{164,80} = 21 \text{ jam}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{3.332,50}{129,06} = 26 \text{ jam}$$

Jumlah hari yang dibutuhkan (h) :

Jam kerja efektif per hari = 7 jam

$$\text{Jumlah hari} = \frac{\text{Waktu yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah jam per hari}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{21}{7} = 3 \text{ hari}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{26}{7} = 4 \text{ hari}$$

b. **Dump Truck**

Kapasitas bak (V) = 10 ton

Faktor konversi asli ke lepas (Fv) = 1,25

Permen PUPR No 28 2016

Kecepatan rata-rata bermuatan (v1) = 25 km/jam

Kecepatan rata-rata kosong (v2) = 35 km/jam

Berat isi padat (Bip) = 1,81 Permen PUPR No 28 2016

Jarak rata-rata base camp ke lokasi = 0,50 Km

Kap prod/jam alat *wheel loader* HPS owner (Q1) = 164,80 m³

Kap prod/jam alat *wheel loader* kontraktor (Q2) = 129,06 m³

Efisiensi alat (Fa)

Alat kontraktor (Fa1) = 0,65 (Tabel 1)

Alat HPS owner (Fa2) = 0,83 (Tabel 1)

Waktu siklus (Ts) = T1 + T2 + T3 + T4 menit

Waktu muat *wheel loader* HPS owner

$$(T1) = \frac{V \times 60}{Q1 \times Bil} = 2,41 \text{ menit}$$

Waktu muat *wheel loader* kontraktor

$$(T1) = \frac{V \times 60}{Q1 \times Bil} = 3,08 \text{ menit}$$

Waktu tempuh isi (T2) = (L : v1) x 60 = 1,20 menit

Waktu tempuh kosong (T3) = (L : v2) x 60 = 0,86 menit

Waktu lain-lain (T4) = 2 menit

Waktu siklus alat HPS owner Ts = T1 + T2 + T3 + T4 = 6,47 menit

Waktu siklus alat kontraktor Ts = T1 + T2 + T3 + T4 = 7,14 menit

$$\text{Kapasitas prod/jam (Q)} = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times Bip}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner} = \frac{10 \times 0,83 \times 60}{6,47 \times 1,81} = 42,54 \text{ m}^3 = 42,54 \times 15$$

$$\text{alat} = 638,1 \text{ m}^3$$

Koefisien (1:Q) = 0,0235 jam

Kapasitas prod/jam alat kontraktor =

$$\frac{10 \times 0,65 \times 60}{7,14 \times 1,81} = 30,19 \text{ m}^3 = 30,19 \times 15$$

$$\text{alat} = 452,85 \text{ m}^3$$

Koefisien (1:Q) = 0,0331 jam

Jumlah jam kerja :

Kapasitas prod/jam alat HPS owner = 638,1 m³

Kapasitas prod/jam alat kontraktor = 452,85 m³

Volume pekerjaan = 3.332,50 m³

Waktu yang dibutuhkan alat =

$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas prod/jam}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{3.332,50}{638,1} = 6 \text{ jam}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{3.332,50}{452,85} = 8 \text{ jam}$$

Jumlah hari yang dibutuhkan (h) :

Jam kerja efektif per hari = 7 jam

$$\text{Jumlah hari} = \frac{\text{Waktu yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah jam per hari}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{6}{7} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{8}{7} = 2 \text{ hari}$$

c. **Motor Grader**

Panjang hamparan (Lh) = 50 m

Tebal lapis agregat padat (t) = 0,20 m

Lebar efektif blade (b) = 2,6 m

Lebar overlap (bo) = 0,3 m

Efisiensi alat (Fa)

Alat kontraktor (Fa1) = 0,65 (Tabel 1)

Alat HPS owner (Fa2) = 0,83 (Tabel 1)

Kecepatan rata-rata (V) = 9,7 km/jam

Jumlah lintasan (n) = 6 lintasan

Jumlah lajur lintasan (N) = 3

Waktu siklus (Ts) = T1 + T2

$$\text{Perataan satu kali lintasan } T1 = \frac{Lh \times 60}{v \times 1000} = 0,31 \text{ menit}$$

Waktu lain-lain T2 = 1 menit

Waktu siklus Ts = 1,31 menit

Kapasitas prod/jam (Q) =

$$\frac{Lh \times (N(b-bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner} = \frac{50 \times (3(2,6-0,3)+0,3) \times 0,20 \times 0,83 \times 60}{6 \times 1,31}$$

$$= 456,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien (1:Q)} = 0,0022 \text{ jam}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat kontraktor} = \frac{50 \times (3(2,6-0,3)+0,3) \times 0,20 \times 0,65 \times 60}{6 \times 1,31}$$

$$= 357,45 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien (1:Q)} = 0,0028 \text{ jam}$$

Jumlah jam kerja :

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner} = 456,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat kontraktor} = 357,54 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pekerjaan} = 3.332,50 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan alat} =$$

$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas prod/jam}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{3.332,50}{456,43} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{3.332,50}{357,54} = 10 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah hari yang dibutuhkan (h)} :$$

$$\text{Jam kerja efektif per hari} = 7 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah hari} = \frac{\text{Waktu yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah jam per hari}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{8}{7} = 2 \text{ hari}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{10}{7} = 2 \text{ hari}$$

d. **Tandem Roller**

$$\text{Kecepatan rata-rata (v)} = 1.5 \text{ km/jam}$$

$$\text{Lebar efektif pemadatan (b)} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah lintasan (n)} = 6 \text{ lintasan}$$

$$\text{Jumlah lajur lintasan (N)} = 3 \text{ lintasan}$$

$$\text{Lebar overlap (bo)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Tebal lapis agregat padat (t)} = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Efisiensi alat (Fa)}$$

$$\text{Alat kontraktor (Fa1)} = 0,65 \text{ (Tabel 1)}$$

$$\text{Alat HPS owner (Fa2)} = 0,83 \text{ (Tabel 1)}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam (Q)} =$$

$$\frac{(v \times 1000) \times (N(b-bo) + bo) \times t \times Fa}{n}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner} = \frac{1.5 \times 1000 (3(1,2-0,3)+0,3) \times 0,20 \times 0,83}{6}$$

$$= 124,50 \text{ m}^3 = 124,50 \times 2 \text{ alat} = 249 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien (1:Q)} = 0,0080 \text{ jam}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat kontraktor} = \frac{1.5 \times 1000 (3(1,2-0,3)+0,3) \times 0,20 \times 0,65}{6}$$

$$= 97,50 \text{ m}^3 = 97,50 \times 2 \text{ alat} = 195 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien (1:Q)} = 0,0102 \text{ jam}$$

Jumlah jam kerja :

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner} = 249 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat kontraktor} = 195 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pekerjaan} = 3.332,50 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan alat} =$$

$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas prod/jam}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{3.332,50}{249} = 14 \text{ jam}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{3.332,50}{195} = 18 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah hari yang dibutuhkan (h)} :$$

$$\text{Jam kerja efektif per hari} = 7 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah hari} = \frac{\text{Waktu yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah jam per hari}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{14}{7} = 2 \text{ hari}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{18}{7} = 3 \text{ hari}$$

e. **Water tank**

$$\text{Volume tangki air (V)} = 5 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan air / M3 material padat}$$

$$(Wc) = 0.07 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas pompa air (pa)} = 100 \text{ liter/menit}$$

$$\text{Efisiensi alat (Fa)}$$

$$\text{Alat kontraktor (Fa1)} = 0,65 \text{ (Tabel 1)}$$

$$\text{Alat HPS owner (Fa2)} = 0,83 \text{ (Tabel 1)}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam (Q)} = \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner}$$

$$= \frac{100 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} = 71,14 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien (1:Q)} = 0,0141 \text{ jam}$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat kontraktor} =$$

$$\frac{100 \times 0,65 \times 60}{1000 \times 0,07} = 55,71 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien (1:Q)} = 0,0179 \text{ jam}$$

Jumlah jam kerja :

$$\text{Kapasitas prod/jam alat HPS owner} = 71,14 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas prod/jam alat kontraktor} = 55,71 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pekerjaan} = 3.332,50 \text{ m}^3$$

Waktu yang dibutuhkan alat =

$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas prod/jam}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{3.332,50}{71,14} = 47 \text{ jam}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{3.332,50}{55,71} = 60 \text{ jam}$$

Jumlah hari yang dibutuhkan (h) :

Jam kerja efektif per hari = 7 jam

$$\text{Jumlah hari} = \frac{\text{Waktu yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah jam per hari}}$$

$$\text{Alat HPS owner} = \frac{47}{7} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Alat kontraktor} = \frac{60}{7} = 9 \text{ hari}$$

D.3 Hasil Analisis Biaya Sewa Perjam Alat Berat

Perhitungan biaya perjam operasi alat berat dengan kapasitas dan umur alat berat dari masing-masing alat yang ditetapkan *owner* dan alat dari kontraktor dari perhitungan analisa biaya. Hasil analisis kebutuhan biaya alat berat HPS *Owner* dan alat berat kontraktor untuk item pekerjaan lapis agregat kelas B dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Total biaya alat berat untuk item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B menggunakan alat berat HPS *owner*.

Nama Alat	N (Unit)	T (Jam)	Sewa Alat / Jam (Rp)	Total Biaya Alat (Rp)
Wheel Loader 2,1m ³	1	21	923.420,76	19.391.835,96
Dump Truck 10 T	15	6	652.317,20	58.708.548,00
Motor Grader 10.800	1	8	912.975,74	7.303.805,92
Tandem Roller 8 T	2	14	648.529,14	18.158.815,92
Water Tank Truck 5000 L	1	47	371.354,20	17.453.647,40
Jumlah				121.016.653,20

(Sumber : Perhitungan).

Tabel 3 Total biaya alat berat untuk item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B menggunakan alat berat kontraktor.

Nama Alat	N (Unit)	T (Jam)	Sewa Alat / Jam (Rp)	Total Biaya Alat (Rp)
Wheel Loader 2,1m ³	1	26	807.062,62	20.983.628,12
Dump Truck 10 T	15	8	567.632,43	68.115.891,60
Motor Grader 10.800	1	10	770.847,63	7.708.476,30
Tandem Roller 8 T	2	18	648.382,63	23.341.774,68
Water Tank Truck 5000 L	1	60	355.099,21	21.305.952,60
Jumlah				141.455.723,30

(Sumber : Perhitungan).

Penggunaan biaya pada masing-masing item pekerjaan lebih murah menggunakan alat HPS *owner* karena faktor efisiensi alat berat membuat alat menjadi produktivitas dan murah. Jumlah waktu dan biaya masing-masing item pekerjaan menggunakan alat berat HPS *owner* dan alat berat kontraktor dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Total waktu dan biaya seluruh item pekerjaan menggunakan alat berat HPS *owner*

Uraian Pekerjaan	T (Hari)	Total Biaya Alat (Rp)
Timbunan pilihan dari sumber galian	9	617.660.786,70
Lapis pondasi agregat kelas B	7	121.016.653,20
Lapis pondasi agregat kelas A	5	93.451.537,08
Jumlah		833.100.977,00

(Sumber : perhitungan)

Tabel 5 Total waktu dan biaya seluruh item pekerjaan menggunakan alat berat kontraktor

Uraian Pekerjaan	T (Hari)	Total Biaya Alat (Rp)
Timbunan pilihan dari sumber galian	11	703.459.100,20
Lapis pondasi agregat kelas B	9	141.455.723,30
Lapis pondasi agregat kelas A	7	116.986.020,50
Jumlah		961.900.844,00

(Sumber : perhitungan)

Berdasarkan hasil perhitungan bahwa penambahan 1 unit *Tandem Roller* maka waktu pekerjaan untuk pemadatan lebih efisien dan dapat sinkron dengan waktu alat berat lainnya, jumlah alat berat untuk semua item pekerjaan adalah *Exavator* 1 unit, *Wheel Loader* 1 unit, *Dump Truck* 15 unit, *Motor Grader* 1 unit, *Tandem Roller* 2 unit, *Water Tank* 1 unit. Total hari untuk pekerjaan timbunan pilihan menggunakan ketentuan HPS owner adalah 9 hari dan kontraktor 11 hari, pekerjaan agregat kelas B menggunakan ketentuan HPS owner 7 hari dan kontraktor 9 hari, pekerjaan agregat kelas A menggunakan ketentuan HPS owner 5 hari dan kontraktor 7 hari.

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dilihat bahwa selisih biaya yang dikeluarkan pada semua item pekerjaan dengan menggunakan alat berat dari HPS owner sebesar **Rp. 833.100.977,00** dan alat berat dari kontraktor sebesar **Rp. 961.900.844,00**. Jadi, selisih penggunaan alat berat sebesar **Rp. 128.799.867,00** lebih mahal atau tinggi dengan menggunakan alat berat kontraktor. Untuk menentukan alat berat dengan biaya yang lebih efisien dengan persentase penghematan sebesar **13,39%** maka, kontraktor harus memenuhi ketentuan yang di buat oleh HPS owner dengan umur ekonomis alat, kondisi alat berat dan tenaga kerja yang memenuhi syarat.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan bahwa penambahan 1 unit *Tandem Roller* maka waktu pekerjaan untuk pemadatan lebih efisien dan dapat sinkron dengan waktu alat berat lainnya, jumlah alat berat untuk semua item pekerjaan adalah *Exavator* 1 unit, *Wheel Loader* 1 unit, *Dump Truck* 15 unit, *Motor Grader* 1 unit, *Tandem Roller* 2 unit, *Water Tank* 1 unit.
2. Jumlah hari untuk pekerjaan timbunan pilihan menggunakan ketentuan HPS

owner adalah 9 hari dan kontraktor 11 hari, pekerjaan agregat kelas B menggunakan ketentuan HPS owner 7 hari dan kontraktor 9 hari, pekerjaan agregat kelas A menggunakan ketentuan HPS owner 5 hari dan kontraktor 7 hari.

3. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dilihat bahwa selisih biaya yang dikeluarkan pada semua item pekerjaan sebagai berikut.

A. Total biaya dari semua item pekerjaan menggunakan alat berat dari HPS owner adalah **Rp. 833.100.977,00** (*Delapan Ratus Tiga Puluh Tiga Juta Seratus Ribu Sembilan Ratus Tujuh Puluh Tujuh Rupiah*).

B. Total biaya dari semua item pekerjaan menggunakan alat berat dari Kontraktor adalah **Rp. 961.900.844,00** (*Sembilan Ratus Enam Puluh Satu Juta Sembilan Ratus Ribu Delapan Ratus Empat Puluh Empat Rupiah*).

Penggunaan alat berat HPS owner dengan persentase penghematan biaya sebesar **13,39%** terhadap biaya pemakaian alat berat Kontraktor.

E.2 Saran

1. Produktivitas alat berat dalam suatu proyek sangat dipengaruhi oleh umur ekonomis peralatan. Oleh karena itu, disarankan agar jika umur alat berat yang digunakan pada suatu jenis pekerjaan telah melebihi umur ekonomis maka sebaiknya alat berat tersebut tidak digunakan lagi agar waktu dan hasil pekerjaan dapat terkontrol dengan baik sehingga mengurangi faktor-faktor biaya yang tidak perlu.
2. Dianjurkan kepada kontraktor untuk faktor efisiensi alat yang dipergunakan sebaiknya sesuai dengan kondisi keadaan alat, operator, pemeliharaan alat dan kondisi lapangan yang sebenarnya.

3. Untuk proyek besar yang menggunakan alat berat perlu dipertimbangkan agar memiliki peralatan sendiri, karena biaya sewa alat berat yang sangat tinggi.

F. DAFTAR PUSTAKA.

- Abdul, G. (2007). *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat pada Pelaksanaan Pematangan Lahan untuk Pembuatan Work Shop di Kab. Malindau*. Kalimantan Timur : Universitas Samarinda.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 09, 2013, Tentang Persyaratan Kompetisi Untuk Subkualifikasi Tenaga Ahli dan Tenaga Terampil Bidang Jasa Kontruksi.
- Peraturan Menteri PUPR No. 28, 2016, Tentang Alat Berat.
- Rachmanhadi. (1992). *Alat – alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta : Bada Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rima, M. S. (2016) *Analisis Produktivitas dan Biaya Alat Berat Pekerjaan Penghamparan Hotmix Proyek Pembangunan Ruas Jalan Wawar-Cogot*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada
- Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3*. (2010). Panduan Analisa Harga Satuan. Pemerintah Provinsi Riau Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Edisi 2. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Shalahuddin, Muhammad. 2009. *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Pusbangdik. Pekanbaru.
- Stefi, P. T. (2013). *Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah (Studi Kasus Perencanaan Bandar Udara Lokasi Desa Pusungi Kec. Ampana Tete Kab. Tojo Una-una, Sulawesi Tengah)*. Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- Wigroho,H.Y.,& Suryadharma, 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis". Bagian I. Yogyakarta.