

ANALISA PRODUKTIVITAS DAN EFISIENSI ALAT BERAT UNTUK PEKERJAAN TANAH, DAN PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR (Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Ring Road II – Paniki)

Donald Donny Supit

ABSTRAK

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang menggunakan peralatan berat diperlukan perencanaan yang akurat agar bisa dicapai suatu proyek dengan biaya dan waktu pelaksanaan yang optimal. Oleh karena itu diperlukan suatu analisa terhadap pemakain alat berat yang akan digunakan, sehingga dapat dihasilkan alternatif alat berat yang tepat untuk pembangunan suatu proyek. Salah satu pekerjaan yang penting dalam Proyek Rehabilitasi Jalan Ring Road II - Paniki adalah Pekerjaan Tanah, dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir. Untuk itu diperlukan pemilihan peralatan berat yang tepat untuk pelaksanaan pekerjaan – pekerjaan tersebut. Alokasi, penjadwalan, dan pemilihan peralatan untuk setiap jenis pekerjaan sangat penting agar kemampuan operasinya bisa optimal dan saling menunjang terhadap peralatan lainnya mengingat bahwa alat berat sangat mahal dan konstrusinya cukup dominan pada proyek tersebut, maka sangat diperlukan tindakan efisiensi dengan cara mendayagunakan sumber daya alat tersebut. Sehingga studi ini dimaksudkan untuk menganalisa alokasi alat berat dan penjadwalan. Pengamatan dilakukan dengan menghitung kapasitas produksi setiap alat berat, agar diperoleh nilai produktivitasnya dan alokasi kebutuhan alat berat yang diperlukan pada proyek yang ditinjau. Metode perhitungan yang dipakai disini adalah metode analisis data, yang meliputi analisis tentang material dan jenis pekerjaan, alat berat yang digunakan, perhitungan produksi alat berat, perhitungan jumlah efektif penggunaan alat berat, waktu pelaksanaan, dan hasil analisis perhitungan keseluruhan. Produktivitas adalah hal yang penting yang harus diketahui dalam melaksanakan sebuah proyek. Proyek dikatakan sukses apabila kontraktor berhasil mendapatkan laba maksimum dan pemilik mendapatkan hasil yang memuaskan serta penyelesaian proyek tepat waktu. Salah satu yang menentukan kesuksesan suatu proyek tersebut adalah produktivitas kerja.

Kata Kunci: alat berat, produktivitas, durasi, jumlah alat.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek Soeharto (1997). Keduanya tergantung pada perencanaan yang cermat terhadap metode pelaksanaan, penggunaan alat dan penjadwalan. Pemilihan peralatan yang tepat memegang peranan yang sangat penting. Peralatan dianggap memiliki kapasitas tinggi bila peralatan tersebut menghasilkan produksi yang tinggi atau optimal tetapi dengan biaya yang rendah. Alat konstruksi atau sering juga disebut dengan alat berat menurut Asiyanto (2008),

merupakan alat yang sengaja diciptakan/ didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti : menggali, memuat, mengangkut, , memindahkan, mencampur, menghampar dan memadatkan dengan cara mudah, cepat, hemat dan aman.

Pelaksanaan suatu proyek dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya yang akan diperlukan, termasuk pula dalam proyek pembangunan jalan raya. Ketersediaan tersebut dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi pelaksanaan suatu proyek, baik dalam hal biaya maupun waktu pelaksanaan proyek. Salah satu sumber daya yang berperan penting adalah alat berat. Oleh

karena kontribusi alat berat terhadap pelaksanaan proyek yang cukup penting serta biaya penggunaan alat berat yang relatif mahal, maka dibutuhkan suatu manajemen yang baik dalam mendayagunakan sumber daya alat berat ini. Kontribusi alat berat terhadap pelaksanaan proyek pembangunan yang penting serta membutuhkan biaya yang relatif mahal, maka dibutuhkan suatu manajemen yang baik dalam memanfaatkan sumber daya ini. Pemilihan peralatan untuk setiap jenis pekerjaan sangat penting agar kemampuan operasinya bisa optimal dan saling menunjang terhadap peralatan lainnya..

Penggunaan alat-alat berat untuk pembuatan konstruksi jalan perlu diperhatikan jenis konstruksi jalan, alat-alat berat yang dipakai, pengetahuan tentang kapasitas dan kemampuan alat berat agar memenuhi syarat penggunaan yaitu tidak menimbulkan pemborosan tenaga kerja, modal, produktivitas serta memenuhi kebutuhan peralatan kerja. Dalam proses pembangunan jalan tersebut, pemakaian alat berat sangatlah diperlukan dalam mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan target yang telah ditentukan dan bagaimana caranya menggunakan alat-alat berat secara efisien, cermat dan tepat waktu. Agar kegiatan tersebut bisa selesai sesuai waktu yang sudah direncanakan.

Pada pekerjaan tanah dan pekerjaan perkerasan berbutir pada Proyek Rehabilitasi Jalan Ring Road II – Paniki alat-alat berat yang akan dipergunakan pada proyek ini adalah : Excavator, Dump Truck, Motor Grader, Wheel Loader , Vibarator Roller, Water Tank Truck, Vibarator Roller dan Tandem Roller .

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pendahuluan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang ada pada Analisa Produktifitas dan Efisiensi Alat Berat untuk Perkerjaan Tanah dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir pada Proyek Rehabilitasi Jalan Ring Road II - Paniki sebagai berikut :

1. Berapakah produktifitas dan efisiensi alat berat yang digunakan untuk pekerjaan Perkerjaan Tanah dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir ?
2. Berapakah jumlah alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan tersebut ?
3. Berapakah lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut ?

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pembahasan masalah tentang :

- Pekerjaan tanah dan pekerjaan perkerasan berbutir sesuai dengan data ukur volume tanah dan volume agregat berbutir.
- Perhitungan produktifitas dan efisiensi alat berat yang digunakan adalah Excavator, Dump Truck, Motor Grader, Wheel Loader Vibarator Roller, Water Tank Truck, Vibarator Roller dan Tandem Roller.
- Analisa terhadap penggunaan alat-alat berat berdasarkan kapasitas dan mekanisme kerja operasinya.
- Perhitungan peralatan berdasarkan jam kerja, waktu dan biaya (sewa dan operasionalnya).
- Tidak membahas masalah yang berkaitan dengan pembebasan lahan.
- Tidak membahas lalu lintas di sekitar lokasi proyek.
- Tidak membahas masalah perhitungan struktur dan produktivitas alat berat di luar pekerjaan tanah dan perkerasan berbutir.
- Tidak menghitung tebal dan lebar perkerasan yang diperlukan

1.4 Tujuan Penelitian

- Menentukan produktivitas dan efisiensi penggunaan alat berat untuk pekerjaan tanah dan perkerasan berbutir tersebut di atas.
- Mengetahui jumlah alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan tersebut.
- Menentukan waktu pelaksanaan pekerjaan tanah dan perkerasan berbutir.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- Dapat diketahuinya pemilihan peralatan berat yang tepat sesuai dengan kondisi proyek.
- Masukan bagi Penelitian lanjutan di bidang alat berat konstruksi.
- Menambah wawasan bagi peneliti mengenai optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatan alat berat pada pengerjaan proyek pembangunan jalan.
- Memberikan sumbangan pemikiran bagi para kontraktor dalam pemilihan alat berat sesuai dengan kondisi medan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Dalam perhitungannya, produktivitas alat berat dinyatakan dalam satuan m³/jam atau Cuyds/jam. Perhitungan produktivitas alat berat menurut Rochmanhadi (1982) dapat ditentukan dengan rumus :

Produktivitas Peralatan :

$$Q = q \times N \times E$$

Dimana,

- Q = jumlah produksi per jam (m³/jam)
- q = kapasitas produksi per cycle (m³)
- N = jumlah cycle/gerakan tiap jam (cycle/hour)
- E = faktor efisiensi kerja

Menurut Rochmanhadi (1983) faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas, antara lain sebagai berikut :

1. Faktor konversi volume tanah
2. Volume banyaknya tanah tergantung dari pada apakah tanah tersebut dalam keadaan asli (belum dikerjakan alat berat), apakah telah lepas karena telah terkena pengerjaan dengan alat-alat berat, atau telah dipadatkan.
3. Efisiensi kerja (E)
 Dalam merencanakan suatu proyek, produktivitas per jam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu faktor. Faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti ; topografi, keahlian

operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat.

Perhitungan produksi alat per jam dan per hari, Jumlah alat dan waktu untuk Pekerjaan Galian Tanah dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir.

1. Perhitungan produksi bulldozer

Produksi per jam suatu bulldozer pada suatu penggusuran adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{q * 60 * E}{Cm} \text{ m}^3/\text{jam, cu. yd}/\text{jam}$$

Dimana :

- q = produksi per siklus (m³, cu.yd)
- Cm = waktu siklus (menit)
- E = efisiensi kerja

a) Produksi per siklus (q)

Untuk pekerjaan penggusuran, produksi persiklus adalah sebagai berikut :

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

dimana :

- L = lebar sudu (blade), (m, yd)
- H = tinggi sudu (blade), (m, yd)
- a = faktor sudu

dalam memperhitungkan produktivitas standar dari suatu bulldozer, volume tanah yang dipindahkan dalam satu siklus dianggap sama dengan lebar sudu x (tinggi sudu)². Sesungguhnya produksi per siklus akan berbeda-beda tergantung dari tipe tanah, sehingga faktor sudu diperlukan untuk penyesuaian karena pengaruh tersebut. Besarnya faktor sudu diambil dari lampiran 4.

b) Waktu siklus (Cm)

Waktu yang diperlukan untuk suatu bulldozer menyelesaikan satu siklus (menggusur, ganti persnelling dan mundur) dapat dihitung sesuai dengan rumus berikut :

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + z \text{ (menit)}$$

Dimana :

- D = jarak angkut (m,yd)
- F = kecepatan maju (m/min, yd/min)
- R = kecepatan mundur (m/min, yd/min)
- z = waktu untuk ganti persnelling

2. Perhitungan produksi *Excavator/backhoe*

Produksi per jam suatu *Excavator* pada suatu penggalian adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{q * 60 * E}{Cm} \text{ m}^3/\text{jam, cu.yd}/\text{jam}$$

Dimana :

Q = produksi per jam (m³/ jam)

q = produksi per siklus (m³, cu.yd)

Cm = waktu siklus (menit)

E = efisiensi kerja

a) *Produksi per siklus (q)*

Untuk pekerjaan penggusuran, produksi per siklus adalah:

$$q = q1 * K$$

dimana :

q1 = kapasitas munjung menurut SAE

K = faktor *bucket*, seperti pada tabel 4

b) *Waktu siklus (Cm)*

Cm = waktu gali + 2 x waktu putar + waktu buang

3. Perhitungan produksi *dump truck*

Produksi per jam suatu *dump truck* pada suatu pengangkutan adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{q * 60 * E * M}{Cm} \text{ m}^3/\text{jam, cu.yd}/\text{jam}$$

Dimana :

q = produksi per siklus (m³, cu.yd)

Cm = waktu siklus (menit)

E = efisiensi kerja

a) *Produksi per siklus (q)*

q = n x q1 x K x γ lepas

$$n = \frac{\text{Isi dumptruck}}{\text{vol bucket x factor x berat isi}}$$

dimana :

q1 = volume bucket *backhoe*

K = factor bucket *backhoe*, seperti pada tabel 4

N = banyaknya *backhoe* memuat satu *dump truck*

γ lepas = berat isi tanah lepas (ton/m³)

b) *Waktu siklus (Cm)*

Jumlah siklus yang diperlukan *backhoe* untuk mengisi *dump truck*

$$n = \frac{\text{Isi dumptruck}}{\text{vol bucket x factor x berat isi}} \\ n = \frac{\text{kapasitas. backhoe faktor}}{\text{kapasitas. rata rata. dumptruck}}$$

- Waktu muat Tl = N x Cms

- Waktu angkut (Th)

$$Th = \frac{D}{V1} * 60$$

Dimana :

D = jarak angkut (m)

V1= kecepatan rata-rata pada waktu *dump truck* dalam keadaan penuh (m/s)

- Waktu kembali (Tr)

$$Tr = \frac{D}{V2} * 60$$

Dimana :

D = jarak angkut (m)

V2= kecepatan rata-rata pada waktu kosong (m/s)

- Waktu buang (Td), bisa diperkirakan dari lokasi penumpahan

- Waktu menunggu (Tw), diperkirakan dari lokasi pemuatan

$$Cm = Tl + Th + Tr + Td + Tw$$

c) *Perkiraan jumlah dump truck*

$$M = \frac{\text{Cicle Time}}{\text{Waktu muat}}$$

4. Perhitungan produksi *motor grader*

Produksi per jam suatu *motor grader* pada suatu pembentukan permukaan adalah sebagai berikut:

$$V * (Le - Lo) * H * E$$

Produksi dalam satuan luas

$$QA = \frac{V * (Le - Lo) * H * E}{N}$$

Dimana :

V = kecepatan kerja (km/jam)

Le = Panjang efektif *blade*

Lo = lebar *overlap blade*

E = Efisiensi kerja

w = Lebar jalan

H = Tebal efektif

$$\text{Jumlah lintasan (N)} = \frac{w \times n}{NLeLo}$$

5. Perhitungan produksi *vibratory roller*

Produksi per jam suatu *vibratory roller* pada suatu pemadatan adalah sebagai berikut:
Produksi dalam satuan luas

$$QA = \frac{V * 1000 * W * t * E}{N}$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (km/jam)

W = Lebar efektif pemadatan (m)

H = Tebal lapisan (m)

N = Jumlah lintasan

E = Efisiensi kerja

6. Perhitungan produksi *water tank truck*

Produksi per jam suatu *water tank truck* pada suatu pemadatan:

$$\text{Produksi alat } QA = \frac{V * n * f}{Wc}$$

Dimana :

V = Kapasitas tangki (m³)

Wc= Kadar air/m³ (m³)

n = Jumlah pengambilan air/jam

f = Efisiensi peralatan

7. Produksi Alat Pematat (m³/jam)

$$Q = \frac{W * V * H * E}{N}$$

Dimana :

Q = produksi alat per jam (m³/jam)

V = kecepatan kerja (km/ jam)

W = lebar efektif compactor (m)

H = tebal lapisan pemadatan (antara 0,2–0,5 m)

E = faktor efisiensi kerja total

N = jumlah lintasan compactor.

8. Produksi Wheel Loader (m³/jam)

$$Q = \frac{q * 60 * E}{Ws}$$

Dimana :

Q = produksi alat per jam (m³/jam)

q = produksi tiap siklus (m³) = q₁ x k

q₁ = kapasitas bucket (m³)

k = faktor bucket

E = faktor efisiensi kerja total

Ws= waktu siklus

9. Produksi Air Compressor (m³/jam)

$$Q = q \times Ap$$

Dimana :

Q = produksi alat per jam (m³/jam)

q = kapasitas kerja alat

Ap = aspal perekat/pengikat (*spec*)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan survey lokasi untuk memperoleh data-data yang sesuai dengan masalah yang diteliti atau akan dibahas, maka peneliti menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

Penelitian pada lokasi ini adalah pada Ruas Jalan Ring Road II – Paniki. Untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang diteliti atau akan dibahas, maka peneliti menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

1. Data Primer

Cara pengumpulan data yang digunakan adalah mengukur langsung kelapangan, mendata, menganalisa dan merencanakan daerah mana saja yang harus dibenahi dan diperbaiki.

2. Data Sekunder

Data – data atau gambar yang didapat dari pihak kontraktor maupun instansi terkait yang menangani Ruas Jalan Ring Road II – Paniki. Maka peneliti mengumpulkan data sebagai berikut :

- 1) Teknik kepustakaan yaitu dengan mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan kuliah, majalah konstruksi, media internet dan media cetak lainnya.
- 2) Data dalam dokumen kontrak Perencanaan Teknis Pada Ruas Ruas Jalan Ring Road II – Paniki.

- 3) Setelah semua data terkumpul, maka dilakukan analisis dan pengolahan data dengan cara:
 - a) Menghitung produktifitas alat berat yang digunakan.
 - b) Menghitung Jumlah efektif alat pada pekerjaan galian tanah dan pekerjaan perkerasan berbutir
 - c) Menghitung waktu pelaksanaan pekerjaan galian tanah dan pekerjaan perkerasan berbutir

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume Pekerjaan dihitung berdasarkan Data Sketsa Inventarisasi Penanganan Jalan dan Jembatan, dan Analisa Produktifitas Peralatan dalam Pekerjaan Jalan pada Ruas Jalan Ring Road II - Paniki.

Dari lampiran gambar sketsa, maka diketahui :

- Panjang Efektif :
Sta 0 + 000 s/d 2 + 210
(2.210 M = 2,21 Km)
- Lebar Badan Jalan : 10 meter
- Volume Pekerjaan Galian Tanah :
13.260,00 M³ (Pada Badan Jalan)
- Volume Lapis Pondasi Agregat Klas A:
1.800 M³
- Volume Lapis Pondasi Agregat Klas A:
2.400 M³

4.2 Volume Pekerjaan Galian Tanah dan Pekerjaan Agregat berbutir

a. Volume Pekerjaan Galian Tanah

Pengukuran luasan pekerjaan galian tanah pada awal pelaksanaan proyek diawali dari pengukuran dari STA 0+000 sampai dengan STA 2+210, Kondisi lapangan pada lokasi pekerjaan adalah berupa tanah liat dan tanah biasa dengan faktor kembang (20 %) dan faktor pemadatan/penyusutan (8%). Kondisi jalan masuk cukup baik dan padat, sehingga memudahkan alat berat dapat beroperasi dengan baik.

Volume pekerjaan galian tanah pada pada proyek pada Ruas Jalan Ring Road II - Paniki, adalah sebagai berikut :

- Volume Galian (tanah asli) untuk badan jalan = 13.260,00 M³ dengan factor kembang (*swell*) 20 % (*Rostiyanti, SF. 2002*), sehingga volume tanah lepas (*loose material*) yang diperhitungkan = $1.18 \times 13.260,00 = 15.646,80 \text{ M}^3$
- Volume Pemadatan, digunakan factor pemadatan 8 % (*Rostiyanti, SF. 2002*), dari volume tanah timbunan pilihan = $1,08 \times 13.260,00 \text{ M}^3 = 14.320,80 \text{ M}^3$

b. Volume Pekerjaan Agregat Lapis Pondasi Klas A Dan Klas B

Pengukuran Kubikasi pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas B pada awal pelaksanaan proyek diawali dari pengukuran dari STA 0+000 sampai dengan STA 2+210, menggunakan material Agregat Klas B faktor konversi kondisi material : Asli = 1,0 , ekembang (20 %) dan faktor pemadatan/penyusutan (8%). Kondisi jalan masuk cukup Lepas = 0,85 , Padat = 0,93, sehingga memungkinkan untuk mempermudah alat berat dapat beroperasi dengan baik.

Volume pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas B pada pada proyek pada Ruas Jalan Ring Road II - Paniki, adalah sebagai berikut :

- Volume Material Agregat Klas B (asli) untuk Material Lapis Pondasi Agregat Klas B = 1.800 M³ dengan factor kembang (*swell*) 20 % (*Rostiyanti, SF. 2002*), sehingga volume tanah lepas (*loose material*) yang diperhitungkan = $1.18 \times 1.800 = 2.124,00 \text{ M}^3$
- Volume Material Agregat Klas B (Lepas) untuk Material Lapis Pondasi Agregat Klas B = 1.800 M³ dengan factor kembang (*swell*) 8,5 % (*Rostiyanti, SF. 2002*), sehingga volume tanah lepas (*loose material*) yang diperhitungkan = $1.085 \times 1.800 = 1.947,60 \text{ M}^3$

- Volume Pemasangan Material Agregat Klas B, digunakan factor pemasangan 9,3 % (Rostiyanti, SF. 2002), dari volume tanah timbunan pilihan = $1,093 \times 1.800 \text{ M}^3 = 1.967,4 \text{ M}^3$

Volume pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas A pada pada proyek pada Ruas Jalan Ring Road II - Paniki, adalah sebagai berikut :

- Volume Material Agregat Klas A (asli) untuk Material Lapis Pondasi Agregat Klas A = 2.400 M^3 dengan factor kembang (swell) 20 % (Rostiyanti, SF. 2002), sehingga volume tanah lepas (loose material) yang diperhitungkan = $1.18 \times 2.400 = 2.832,00 \text{ M}^3$
- Volume Material Agregat Klas A (Lepas) untuk Material Lapis Pondasi Agregat Klas A = 2.400 M^3 dengan factor kembang (swell) 8,5 % (Rostiyanti, SF. 2002), sehingga volume tanah lepas (loose material) yang diperhitungkan = $1.085 \times 2.400 = 2.604,00 \text{ M}^3$
- Volume Pemasangan Material Agregat Klas A, digunakan factor pemasangan 9,3 % (Rostiyanti, SF. 2002), dari volume tanah timbunan pilihan = $1,093 \times 2.400 \text{ M}^3 = 2.623,20 \text{ M}^3$

c. Alat yang bekerja pada galian tanah dan pekerjaan Agregat berbutir

1. *Excavator* Komatshu PC 200-6
2. *Dump Truck* Mitshubishi FE 74 HD
3. *Motor Grader* Mutshubisi MG 20
4. *Bomag* Komatsu BW 217

Untuk Pekerjaan Galian Tanah alat yang ditinjau yaitu : *Excavator* dan *Dump Truck* dengan asumsi Galian Tanah digali tidak dipakai lagi (Material buangan/ Disposal) dan dibuang keluar Lokasi Pekerjaan dengan *Dump Truck* .

Untuk Pekerjaan Agregat berbutir (Agregat Klas A dan B) alat yang yang ditinjau yaitu : *Motor Grader* dan *Vibratory*

Roller dengan asumsi Material Agregat sudah diangkat dengan *Dump Truck* di lokasi dan siap dihampar dengan *Motor Grader* dan dipadatkan dengan *Vibratory Roller* dengan tidak memperhitungkan waktu muat , waktu angkut *dump truck* dari stock pile ke lokasi penghamparan dan pemasangan badan jalan.

4.3 Perhitungan produksi alat per jam dan per hari, Jumlah alat dan Lama waktu Pekerjaan Galian.

a. Alat *Excavator* dengan data alat :

Merk dan Type alat	: Komatsu PC 200- 6
Kapasitas bucket (V)	: 1.2 m^3
Faktor bucket (BFF)	: 0,7 (Sedang, tabel 2.8)
Effisiensi kerja (E)	: 0,69 (Sedang, tabel 2.4)
Jam Kerja/Hari	: 8 jam
Tipe tanah	: Tanah Biasa
Waktu gali	: 12 detik (Rata-rata 0 m – 2 m,tabel 2.9)
Waktu putar	: 8 detik (45° - 90° , tabel 2.10)
Waktu buang	: 5 detik (Ket.Hal 35 Bab 2)
Rata-rata kedalaman galian:	0,6 meter
Maksimum galian	: 2 meter
Persentase kedalaman galian	:
	$0.6 \text{ m}/2 \text{ m} = 0,3 = 30 \%$ (Tabel 2.13)
Sudut putar alat	: 75° (Tabel 2.13)
Faktor pengali untuk Kedalaman dan sudut putar (S):	1,21 (Tabel 2.13)
Faktor Koreksi BFF (Bucket Fill Factor/BFF)	: 80 % Tanah Biasa (Tabel 2.10)
Produksi per siklus (P)	: $V \times \text{BFF}$: $1,2 \times 0,7$: $0,84 \text{ m}^3$
Waktu siklus (CT)	: waktu gali + waktu putar x 2 + waktu buang : $12 + (8 \times 2) + 5$: 33 detik $\approx 0,55$ menit

Produksi per jam (m^3 /jam) untuk tanah Asli

$$P = \frac{p \times 3600 \times E}{CT}$$

$$= \frac{0,84 \times 3600 \times 0,69}{33} \times 0,80 = 50,584 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= \underline{404,672} \text{ m}^3/\text{hari}$$

Produksi per jam (m^3 /jam) untuk tanah Lepas

$$P = \frac{p \times 3600 \times E}{CT}$$

$$= \frac{0,84 \times 3600 \times 0,69}{33} \times 1,18$$

$$= \underline{74,611} \text{ m}^3/\text{jam.}$$

Produksi per jam/hari Tanah Asli

Produksi perjam Excavator = 50,584 m^3 /jam
 Produksi perhari Excavator = 50,584 x 8
 = 404,672 m^3 /jam

Produksi perjam/hari Tanah Lepas

Produksi perjam Excavator = 74,611 m^3 /jam
 Produksi perhari Excavator = 74,611 x 8
 = 596,89 m^3 /hari

Jumlah Jam Kerja = 15.646,80 / 596,89
 = 26, 21 hari → 27 hari

- Lama Waktu Pekerjaan

Produksi per unit = 74,611 m^3 /jam
 Jumlah Excavator = 1 unit dgn waktu operasi 8 jam
 Produksi 1 unit = 8 x 74,611 m^3 /jam
 = 596,89 m^3 /hari
 Volume Timbunan = 15.646,80 m^3
 = $\frac{15.646,80}{596,98}$
 = 26, 21 hari → 27 hari

- Jumlah Alat yg Dibutuhkan

$$M = \frac{\text{Volume Tanah Asli}}{\text{Produksi/hari} \times \text{Lama waktu}}$$

$$M = \frac{15.646,80}{596,89 \times 8}$$

$$M = 3,28 \rightarrow 4 \text{ unit}$$

b. Alat Dump Truck dengan data alat :

Merk dan model alat	: Mitshubishi 120 PS
Kapasitas Dump Truck (C1)	: 4 m^3
Daya/Tenaga Alat	: 125 HP
Kapasitas Bahan Bakar	: 100 liter
Kapasitas Oli	: 9,5 liter
Berat pada kondisi isi	: 8.000 kg
Berat pada kondisi kosong	: 2.100 kg
Jam kerja per hari	: 8 jam
Jenis Tanah	: Tanah biasa
Jarak angkut (D)	: 1 km (1.000 m)
Efisiensi Kerja (E)	: 0,8 (Baik)
Effisiensi kerja pulang	: 0,75 (Kondisi dan pemeliharaan alat baik, tabel 2.15)
Jam Kerja/Hari	: 8 jam
Kecepatan pergi (V1)	: 40 km/jam
Kecepatan rata-rata angkut	: $\frac{40 \times 1000}{60}$: 666,67 m/menit
Kecepatan pulang (V2)	: 50 km/jam
Kecepatan rata-rata kembali	: $\frac{50 \times 1000}{60}$: 833,33 m/menit
Kondisi operasi kerja	: (t1) = 1 (Sedang, Tabel 2.15) (t2) = 0,3 (Sedang, Tabel 2.15)

Waktu muat, tunggu, dan putar : 1,0 menit (ST)
 Waktu buang / pembongkaran : 0,5 menit (DT)

Perhitungan Produksi Dump Truck

- Waktu Siklus / Cycle Time (CT)

Pemuatan Excavator ke Dump Truck

$$= \frac{(\text{kapasitas bucket Dump Truck})}{(\text{kapasitas bucket Excavator})}$$

$$= (4/1,2) = 3,33 \approx 3 \text{ kali.}$$

Waktu muat Dump Truck

$$= 3 \times \text{CT Excavator}$$

$$= 3 \times 33 \text{ detik} = 99 \text{ detik} = 1,65 \text{ menit}$$

$$CT = \text{waktu muat} + \text{waktu angkut} + \text{waktu buang} + \text{waktu kembali} + \text{waktu tunggu}$$

$$= 1,65 + (1.000/500) + 1 + (1.000/750) + 1$$

$$= 1,65 + 2 + 1 + 1,33 + 1 = 6,98 \text{ menit.}$$

- Produksi per jam (P)

$$P = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$= \frac{4 \times 60 \times 0,8}{6,98} = \underline{27,50 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= \underline{220 \text{ m}^3/\text{hari.}}$$

- Jumlah Truck yang dibutuhkan

$$M = \frac{\text{Volume Tanah Lepas}}{\text{Pr oduksi Dump Truck / Hari}}$$

$$M = \frac{15.646,80}{220 \times 27 \text{ hari}}$$

$$M = 2,63 \rightarrow 3 \text{ unit/hari}$$

- Lama Waktu Pekerjaan

Produksi per unit = 27,50 m³/jam

Jumlah Dumptruck = 3 unit dgn waktu operasi 8 jam

Produksi 4 unit = 8 x 27,50 m³/jam = 82,5 m³/jam

Produksi Per Hari = 8 jam x 82,5 = 660 m³/hari

Volume Timbunan = 15.646,80 m³=

$$= \frac{15.646,80}{660}$$

$$= 23,71 \text{ hari} \sim 24 \text{ hari}$$

c. Alat Motor Grader dengan data alat untuk Pekerjaan Agregat yaitu pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas B dan Lapis Pondasi Klas A

Type alat = *Mitsubishi MG 20*

Lebar efektif blade (W) = 2,40 m

Jarak kerja rata-rata (D) = 50 m

Kecepatan (V) = 4,00 km/jam = 40 m/menit

Panjang hamparan (Lh) = 3000 m

Jumlah lintasan (n) = 8 lintasan

Tebal penghamparan (T) = 0,40

Efisiensi alat (E) = 0,80

Perhitungan Produksi Motor Grader

- Waktu Siklus

Perataan 1 Kali Lintasan

$$T = Lh : (V \times 1000) \times 60$$

$$= 3000 : (4 \times 1000) \times 60$$

$$= 45 \text{ menit}$$

$$CT = 40 \times 8 \text{ (Lintasan)}$$

$$= 320 \text{ menit}$$

- Produksi per jam

$$P = \frac{Lh \times W \times t \times 0,80 \times 60}{CT}$$

$$= \frac{3000 \times 2,40 \times 0,40 \times 0,80 \times 60}{320}$$

$$= \frac{138240}{320}$$

$$= \underline{432 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

- Produksi per Hari

$$P = 432 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 3456 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Jumlah Motor yang dibutuhkan

$$V = \frac{\text{Volume Material Lepas (Agregat Klas B)}}{\text{Produksi/h ari} \times \text{Lama waktu}}$$

$$= \frac{1.800 \times 1,085}{3456 \times 6} = 0,09 \sim 1 \text{ unit}$$

$$V = \frac{\text{Volume Material Lepas (Agregat Klas A)}}{\text{Produksi/h ari} \times \text{Lama waktu}}$$

$$= \frac{2.400 \times 1,085}{3456 \times 6} = 0,126 \sim 1 \text{ unit}$$

- Lama Waktu Pekerjaan

Untuk Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas B :

Produksi per unit = 432 m³/jam

Jumlah Motor Grader = 1 unit dgn waktu operasi 8 jam

Produksi 1 unit = 1 x 432 m³/jam

= 432 m³/jam

Produksi Per Hari = 8 x 432

= 3456 m³/hari

Volume LPB = 1953 m³

= $\frac{1953}{3456}$

= $\frac{1953}{3456}$

= 0,565 hari ~ 1 hari

Untuk Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas A :

Produksi per unit = 432 m³/jam

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Motor Grader} &= 1 \text{ unit dgn waktu operasi 8 jam} \\ &= \frac{2623,20}{487,6 \times 8} = 0,672 \sim 1 \text{ unit} \\ \text{Produksi 1 unit} &= 1 \times 432 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 432 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi Per Hari} &= 8 \times 432 \\ &= 3456 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Volume LPB} &= 2.604 \text{ m}^3 \\ &= \frac{2604}{3456} \\ &= 0,753 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

d. Alat Compactor dengan data alat :

Merk Alat Berat	: Bomag Komatsu BW 217 D
Daya/Tenaga Alat	: 198 HP
Lebar Efektif Pematatan (W)	: 1,5 meter
Diameter Drum Penggilas (B)	: 1,219 meter
Berat Operasional	: 6.670 kg
Berat Drum Penggilas	: 3.251 kg
Effisiensi Kerja (E)	: 0,8 (Baik)
Jam Kerja/Hari	: 8 jam
Jenis Tanah	: Tanah biasa
Kecepatan Operasional Alat	: 2 km/jam
Jumlah Lintasan (N)	: 8
Tebal Pematatan (T)	: 0,25 c

Perhitungan Produksi Compactor

- Produksi Per Jam (Q)

$$\begin{aligned} P &= \frac{(V \times 1000) \times B \times T \times E}{N} \\ &= \frac{(2 \times 1000) \times 1,219 \times 0,25 \times 0,8}{8} \\ &= 60,95 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

- Produksi Per Hari

$$\begin{aligned} P &= 60,95 \times 8 \text{ jam} \\ &= 487,6 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Jumlah Motor yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{Volume Material Padat (Agregat Klas B)}}{\text{Produksi/h ari} \times \text{Lama waktu}} \\ &= \frac{1967,40}{487,6 \times 8} = 0,504 \sim 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$V = \frac{\text{Volume Material Padat (Agregat Klas A)}}{\text{Produksi/h ari} \times \text{Lama waktu}}$$

- Lama Waktu Pekerjaan

Untuk Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas B :

$$\begin{aligned} \text{Produksi per unit} &= 60,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Jumlah Compactor} &= 1 \text{ unit dgn waktu operasi 6 jam} \\ \text{Produksi unit} &= 1 \times 60,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 60,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi Per Hari} &= 6 \times 60,95 \\ &= 365,7 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Volume Pematatan} &= 1.967,40 \text{ m}^3 \\ &= \frac{1.967,40}{365,7 \times 2} \\ &= 2,69 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Klas A :

$$\begin{aligned} \text{Produksi per unit} &= 60,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Jumlah Compactor} &= 1 \text{ unit dgn waktu operasi 6 jam} \\ \text{Produksi unit} &= 1 \times 60,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 60,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi Per Hari} &= 6 \times 60,95 \\ &= 365,7 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Volume Pematatan} &= 2.623,20 \text{ m}^3 \\ &= \frac{2623,20}{365,7 \times 2} \\ &= 3,587 \text{ hari} \sim 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan alat berat untuk tahapan pekerjaan lainnya disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Kapasitas Produksi (m ³ /hari)	Time Factor
1.	Galian Tanah Biasa			
	Excavator	m ³	596,89	3,28
	Dump Truck	m ³	220,00	2,63
2.	Lapis Pondasi Agregat Klas B			
	Motor Grader	m ³	3.456,00	0,09
	Vibrator Roller	m ³	487,60	0,504
3.	Lapis Pondasi Agregat Klas A			
	Motor Grader	m ³	3.456,00	0,126
	Vibrator Roller	m ³	487,60	0,672

Tabel 2. Total Kebutuhan Alat Berat

No.	Jenis Alat Berat	Total Kebutuhan Alat (Unit)
1	Excavator	3
2	Dump Truck	3
3	Motor Grader	1
4	Vibrator Roller	1

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan produktifitas alat berat yang digunakan dalam Pekerjaan Tanah dan Pekerjaan Agregat Pada Pekerjaan Jalan pada Ruas Jalan Ring Road II - Paniki yang meliputi Pekerjaan Galian Tanah pada badan jalan, Penghamparan dan Pematatan Lapis Pondasi Klas B dan Klas A, diperoleh hasil penelitian berupa komposisi alat berat yang tepat dan alat berat dapat bekerja secara optimal.

- Jumlah Alat yang Dibutuhkan :
Galian
 - 3 unit *Excavator type Komatshu PC 200-6*
 - 3 unit *Dump Truck type Mitshibushi 120 PS*
 Penghamparan dan Pematatan Lapis Pondasi Agregat Klas A dan Klas B
 - 1 unit *Motor Grader type Mitsubishi MG 20*
 - 1 unit *Compactor type Bomag BW 217 D*
- Lama Waktu yang Dibutuhkan
Galian
 - 3 Unit Excavator : 9 hari
 - 3 Dump Truck : 9 hari
 Penghamparan dan Pematatan untuk Lapis Pondasi Agregat Klas B
 - 1 Motor Grader : 1 hari
 - 1 Compactor (Vibrator Roller) : 1 hari
 Penghamparan dan Pematatan untuk Lapis Pondasi Agregat Klas A

- 1 Motor Grader : 1 hari
 - 1 Compactor (Vibrator Roller) : 1 hari
- Produktifitas Alat per/ Jam
Galian Tanah
 - Excavator type Komatshu PC 200-6: 74,611 m³/jam
 - Dump Truck Mitsubishi 120 PS: 27,50 m³/jam
 Penghamparan & Pematatan
 - Motor Grader Mitsubishi MG 20 : 432 m²/jam
 - Compactor Bomag BW 217 D : 60,95 m²/jam

5.2 Saran

Dalam penggunaan alat-alat berat pada pelaksanaan pekerjaan tanah dan pekerjaan agregat berbutir untuk pembangunan jalan, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dalam melakukan perhitungan produktivitas alat maka data-data alat harus betul-betul di perhatikan dari kapasitas,waktu siklus,dan efesiensi kerja alat. Karena hal tersebut akan menentukan produksi alat yang digunakan.
- Jumlah alat yang akan digunakan hendaknya harus disesuaikan dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan tersebut.
- Alat yang digunakan harus sesuai dengan jenis pekerjaan dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur Wignall, Peter S Kendrik, Roy Ancill, Malcolm Copson, Tahun 1992,Proyek Jalan – Teori & Praktek : Penerbit Erlangga, Jakarta
- Caterpillar Publication., 1997, *Caterpillar Performance Hand Book*, 33th Edition, Peoria, Illionis, USA.
- Dipto, 2002, *Aplikasi Alat-Alat Berat Untuk Proyek Pertambangan*,

- Application Engineering Departemen PT
United Tractors Indonesia Tbk, Jakarta.
4. Departemen Pekerjaan Umum, 2008, *Standar Nasional Indonesia tentang Analisis Biaya Pekerjaan Konstruksi*, Penerbit Dep. PU, Jakarta.
 5. Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 2002, *Analisa Pekerjaan Kebinamargaan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
 6. H.Bactiar Ibrahim, 2001, *Rencana dan of Cost*, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
 7. Hardiyatmo, H.C., 2007 "*Mekanika Tanah 2*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta,
 8. Rochmanhadi, Tahun. 1992, *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya* : Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
 9. Rostiyanti, SF, tahun 2002, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi* : Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
 10. Sunggono, 1995, *Buku Teknik Sipil* : Penerbit Nova, Bandung..
 11. Mukamoko, 1994, *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*, Penerbit Gaya Media Pratama, Jakarta.
 12. Komatsu Publication., (1989)., *Komatsu Sales Mates*, Japan
 13. K Church, Horace, 1981. "Excavation Handbook", Mc Graw Hill Inch. New York,
 14. Peurifoy R.L, PE, 1985. "Construction Planning Equipment and Methods", 4th Edition, Mc Graw Hill Book Company,
 15. Rochmanhadi., 1989, *Alat Alas Berat dan Penggunaannya*, Cetakan III, Badan Penerbitan Pekerjaan Umum, 57-66.