

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN PABRIK KRAKATAU POSCO ZONE IV DI CILEGON

Dwi Novi Setiawati
Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan AgengTirtayasa
Email: duwy-novi@yahoo.com

Andi Maddeppungeng
Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan AgengTirtayasa
Email: andi_made@yahoo.com

ABSTRAK : Proyek pembangunan pabrik Krakatau Posco merupakan salah satu proyek yang besar dengan bentuk permukaan tanah yang kurang rata, dimana pada pelaksanaan pematangan didominasi oleh penggunaan alat berat. Permasalahan yang timbul dalam penggunaan alat berat ini yaitu pengoperasian dan pengkombinasian alat-alat berat yang salah dengan kondisi alat. Penurunan produktivitas alat berat ini juga disebabkan oleh kondisi peralatan, keterampilan operator, waktu siklus, jenis material, kondisi kerja, tata laksana dan kondisi cuaca. Sehingga diperlukan pemilihan dan penentuan komposisi alat yang tepat agar alat berat tersebut dapat bekerja secara optimal dan pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu dengan biaya sehemat mungkin.

Penelitian ini merupakan metode perhitungan produksi kapasitas alat berat secara aktual. Analisis yang dilakukan yaitu perhitungan produktivitas masing-masing alat berat yang digunakan, dengan menentukan waktu siklus alat, penentuan factor koreksi alat, perhitungan produksi persiklus, produksi perjam, produksi perhari, besarnya harga sewa alat perjam, besarnya biaya dan waktu yang dibutuhkan selama alat bekerja, menentuan harga satuan pekerjaan dan penentuan komposisi alat berat yang tepat.

Besarnya produktivitas alat berat dengan biaya dan waktu paling efektif dan efisien menggunakan komposisi alat alternatif ke-3 yaitu 8 unit excavator 609,6384 m³/jam, 5 unit bulldozer 571,2079 m³/jam, 5 unit vibration roller 469,665 m³/jam, 22 unit dump truck 612,1302 m³/jam, 1 unit motor grader 987,84 m²/jam dan 5 unit wheel loader 446,135 m³/jam dengan biaya total Rp.37.547.895.680 dan total waktu pelaksanaan 1760 jam atau 220 hari.

KATA KUNCI : Alat berat, Produktivitas, Biaya, Waktu

ABSTRACT : Krakatau Posco's project is one of the major projects with an uneven surface, the land clearing is dominated by the use of equipment. The Problems that appeared from using of the equipment are wrong combining and using equipment even though the condition of the equipments. The selection and determination of right equipment composition is needed so that, the equipment can work optimal and it can be completed on time with economical costs.

The composing of this research is an actual calculation of production capacity's method. The analysis was productivity of each equipment by the cycle equipments time, correction equipment's factor, a cycle calculation, an hour production, a day production, a equipment rental price per hour, cost and time that is required for equipments work, unit price work and the exact composition of equipment.

The productivity of the equipment with the most effective and efficient cost and time used the third alternative composition's equipment. They were eight units of excavator 609.6384 m³/hour, five units of bulldozer 571.2079 m³/hour, 5 units of vibration roller 469.665 m³/hour, 22 units of dump truck 612.1302 m³/hour, 1 unit of motor

grader 987.84 m²/hour, and 5 units wheel loaders 446.135 m³/hour with total cost Rp.37.547.895.680 and the total of construction duration was 1760 hours or 220 days.

Keywords: Equipment, Productivity, Cost, Duration

LATAR BELAKANG

Pelaksanaan Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco, khususnya pada pekerjaan tanah yaitu pematangan lahan didominasi oleh penggunaan alat berat. Penyelesaian suatu pekerjaan atau bagian pekerjaan proyek tertentu diperlukan pemilihan alat dimana pemilihan alat-alat berat tergantung pada karakteristik masing-masing alat dan kondisi medan. Hal ini diperlukan agar alat tersebut dapat bekerja secara optimum sehingga pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu dengan biaya sehemat mungkin. Selain itu pelaksanaan suatu proyek konstruksi juga selalu terdapat kendala-kendala, baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun diluar perhitungan perencanaan. Mengingat bahwa kendala-kendala tersebut dapat menjadi penyebab terhambatnya pekerjaan proyek dan pekerjaan proyek tidak berlangsung dengan lancar, maka dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi selalu ada kemungkinan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek akan melebihi waktu yang telah ditentukan dalam kontrak pekerjaan.

Begitu pula Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco yang mengalami kendala seperti pada pekerjaan penimbunan tanah, alat-alat berat tidak bekerja secara optimal, kondisi medan yang kurang baik bahkan cuaca yang kurang mendukung, oleh karena itu peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek yaitu dalam peninjauan jadwal proyek untuk menentukan langkah perubahan mendasar agar keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi.

TUJUAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kombinasialat berat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek ini.
2. Untuk menghitung produktifitas kerja masing-masing alat berat yang digunakan.
3. Untuk menganalisis biaya dan durasi proyek yang paling efektif dan efisien
4. dengan pemilihan alternatif yang murah dan cepat pada proyek ini.

BATASAN MASALAH

Dalam penulisan ini, proyek yang ditinjau yaitu Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco di kawasan industri Krakatau steel. Adapun batasan masalah yang di tinjau dalam penelitian ini meliputi:

1. Studi kasus pada lokasi yang terletak di kota Cilegon, yaitu proyek pembangunan Pabrik Krakatau Posco di kawasan industri Krakatau Steel yang mendukung pergerakan perindustrian baja khususnya di kawasan industri
2. Pekerjaan tanah yang ditinjau adalah, pemindahan, perataan, dan pemadatan tanah pada pekerjaan tanah.
3. Perhitungan jumlah kebutuhan peralatan dihitung berdasarkan volume pekerjaan.
4. Menentukan harga satuan pekerjaan berdasarkan jenis alat yang digunakan.
5. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 8 jam

6. Kondisi alat baik
7. Alat berat yang dipakai adalah excavator, bulldozer, motor grader, wheel loader, vibro roller dan dump truck
8. Standar perhitungan harga satuan pekerjaan yang digunakan adalah peraturan Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum tahun 2008, Panduan Analisis Harga Satuan.

PENGETAHUAN ALAT-ALAT BERAT KONSTRUKSI

Berdasarkan konsep teknik, produktivitas adalah rasio dari *output* yang dihasilkan dari tiap sumber daya yang digunakan (*input*) dibandingkan menjadi sebuah rasio yang pada suatu waktu dengan kualitas sama atau meningkat.

Penelitian ini menggunakan tinjauan beberapa pendapat para pakar di bidang konstruksi, dan beberapa penelitian mengenai alat berat antara lain:

- a. Muhammad Rusli Rasyid (2008)
Analisis Produktifitas Alat-Alat Berat Proyek Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanuddin Maros, Makassar.
- b. Sentosa Limanto
Analisis produktivitas pemancangan Tiang Pancang Pada Bangunan Tinggi Apartemen Seminar Nasional 2009 Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.
- c. Yusep Depyudin
Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Antartika II di Kawasan Industri Krakatau Steel, Cilegon.

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa penentuan kombinasi alat berat yang baik

dapat mempercepat target waktu yang diharapkan dan dapat menekan biaya lebih efisien, yang kadang kala kurang dimaksimalkan pengoprasian atau pun pengelolanya.

Alat berat yang dikenal di dalam ilmu Teknik Sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu infrastruktur dalam bidang konstruksi. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat dan diharapkan hasilnya akan lebih baik. (Susy Fatena Rostiyanti. 1:2002).

Menurut Djoko Wilopo, 6:2009, menyatakan bahwa, keuntungan-keuntungan yang di peroleh dengan menggunakan alat berat antara lain :

1. Waktu pengerjaan lebih cepat
Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan ang sedang dikejar target penelesaiannya.
2. Tenaga besar
Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
3. Ekonomis
Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
4. Mutu hasil kerja lebih baik

Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi

SIFAT-SIFAT TANAH

1. Keadaan asli sebelum diadakan pengerjaan, ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam, Bank Measure (BM), ini digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah
2. Keadaan lepas, yakni keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan (disturb), tanah demikian misalnya terdapat di depan dozer blade, diatas truk, di dalam bucket dan sebagainya. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam loose measure (LM) yang besarnya sama dengan $BM + \% \text{ swell} \times BM$ (swell=kembang). Faktor swell ini tergantung dari jenis tanah, dapat dimenerti bahwa LM mempunyai nilai yang lebih besar dari BM.
3. Keadaan padat, ialah keadaan tanah setelah ditimbun kembali kemudian dipadatkan. Volume tanah seetelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume keadaan Bank, hal ini tergantung usaha peadatan yang kita lakukan.

MANAJEMAN ALAT

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan.

Menurut Susy Fatena Rostiyanti. 4:2002i, menjelaskan bahwa faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain adalah :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan.
2. Kapasitas peralatan.
3. Cara operasi.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai.

5. Ekonomi.
6. Jenis proyek.
7. Lokasi proyek.
8. Jenis dan daya dukung tanah
9. Kondisi lapangan.

FUNGSI DAN CARA KERJA ALAT BERAT

1. Excavator/Backhoe

Excavator adalah alat yang bekerjanya berputar bagian atasnya pada sumbu vertikal di antara sistem roda-rodanya, sehingga excavator yang beroda ban (*truck mounted*), pada kedudukan arah kerja *attachment* tidak searah dengan sumbu memanjang sistem roda-roda, sering terjadi proyeksi pusat berat alat yang dimuati berada di luar pusat berat dari sistem kendaraan, sehingga dapat menyebabkan alat berat terguling. Untuk mengurangi kemungkinan terguling ini diberikan alat yang disebut *out-triggers*. *Excavator/backhoe* dikhususkan untuk penggalian yang letaknya di bawah kedudukan *backhoe* itu sendiri.

2. Bulldozer

Alat ini merupakan alat berat yang sangat kuat untuk pekerjaan pekerjaan: mendorong tanah, menggusur tanah (*dozer*), membantu pekerjaan alat-alat muat, dan pembersihan lokasi (*land clearing*). (Ronald C.Smith 42:1986 Principles and Practices of Heavy Construction)

Kegunaan Buldoser sangat beragam antara lain untuk: Pembabatan atau penebasan (*cleraring*) lokasi proyek, merintis (*pioneering*) jalan proyek, gali/ angkut jarak pendek, *Pusher loading*, menyebarkan material, penimbunan kembali, *trimming* dan *sloping, ditching*, menarik, memuat.

3. *Vibration roller*

Pemadatan tanah merupakan proses untuk mengurangi adanya rongga antar partikel tanah sehingga volume tanah menjadi lebih kecil. Pada umumnya proses ini dilakukan oleh alat pemadat khususnya *roller*. Akan tetapi, dengan adanya lalu lintas di atas suatu permukaan maka secara tidak langsung material di atas permukaan tersebut menjadi lebih padat, apalagi yang melewati permukaan tersebut adalah alat berat.

4. *Dump Truck*

Dump truck adalah alat angkut jarak jauh, sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Untuk mengendarai *dump truck* pada medan yang berbukit diperlukan keterampilan operator atau sopir. Operator harus segera mengambil tindakan dengan memindah gigi ke gigi rendah bila mesin mulai tidak mampu bekerja pada gigi yang tinggi. Hal ini perlu dilakukan agar *dump truck* tidak berjalan mundur karena tidak mampu menanjak pada saat terlambat memindah pada gigi yang rendah. Untuk jalan yang menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi tinggi dengan hanya mengandalkan pada rem (*brakes*) sangat berbahaya dan dapat berakibat kurang baik.

5. *Motor Grader*

Motor grader adalah alat besar yang berfungsi sebagai pembentuk permukaan tanah atau perataan tanah. Blade dari motor grader ini dapat diatur sedemikian rupa, sehingga fungsinya bisa diubah angle *dozer* atau tilting *dozer* ini jelas lebih *flexible* dari pada jenis *dozer*. Variasi posisi blade ini tidak berarti bahwa *motor grader* termasuk

dari jenis *dizer*, karena dalam pekerjaan pengrusukan tanah, *bulldozer* jauh lebih efektif dari pada *grader*, hal ini disebabkan tenaga yang tersedia dan juga letak sentroid (titik berat) pada blade *bulldozer*.

6. *Wheel Loader*

Wheel Loader adalah alat berat mirip *dozer shovel*, tetapi beroda karet (ban), sehingga baik kemampuan maupun kegunaannya sedikit berbeda yaitu : hanya mampu beroperasi di daerah yang keras dan rata, kering tidak licin karena traksi di daerah basah akan rendah, tidak mampu mengambil tanah bank sendiri atau tanpa dibantu lebih dulu oleh *bulldozer* (Ronald C. Smith 42:1986 *Principles and Practices of Heavy Construction*). Metode pemuatan pada alat pemuat/loader baik track shovel maupun wheel loader ada 3 macam :

1. *I shape/cross loading*
2. *V shape loading*
3. *Pass loading*

EFISIENSI KERJA ALAT BERAT

Produktifitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktifitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktifitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Bagaimana efektivitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator pemakai alat.

2. Pemilihan dan pemeliharaan alat,
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat,
4. Topografi dan volume pekerjaan,
5. Kondisi cuaca,
6. Metode pelaksanaan alat.

METODE PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT BERAT

1. Excavator/Backhoe

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi 20:1982 Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat ; Ronald C.Smith 38:1986):

$$Q = \frac{3600}{Cm} \times q_1 \times K \times E \text{ jam.}$$

Keterangan :

- Q = Produksi per jam (m^3 /jam)
- q_1 = kapasitas bucket (m^3)
- K = Faktor pengisian bucket
- Cm = Waktu siklus dalam detik
- E = Kondisi Manajemen dan medan kerja (Faktor koreksi)

Rumus waktu siklus Excavator dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Cm = t_1 + (2 \times t_2) + t_3 \text{ (detik)}$$

Keterangan :

- t_1 = waktu gali / waktu muat bucket
- t_2 = waktu *swing*
- t_3 = waktu buang

2. Bulldozer

Kapasitas produksi alat dengan menggunakan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi 41:1992 Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat):

Rumus kapasitas produksi :

$$KP = PMT \times FK$$

Keterangan :

- KP = kapasitas produksi (m^3 /jam)
- PMT = produksi maksimum teoritis (efisiensi 100%) m^3 /jam
- FK = Faktor koreksi

Rumus mencari produksi maksimum teoritis: $PMT = KB \times T$

Keterangan:

- KB = kapasitas blade, m^3
- T = jumlah trip per jam

3. Vibration Roller

Untuk menghitung produksi alat dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Djoko Wilopo, 44:2009 dalam Buku Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat):

$$KP = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Keterangan :

- KP = Luas permukaan lapisan yang dipadatkan (m^2 /jam)
- LK = Lebar efektif drum pada gilaspada (m)
- F = Kecepatan compactor (km /jam)
- H = Ketebalan material yang di padatkan untuk setiap jalur yang di padatkan (m)
- FK = Faktor koreksi dari:
- N = Jumlah lintasan (pass) yang diperlukan untuk mencapai kemampuan yang dikehendak

4. Dump Truck

Produksi per jam total dari beberapa *dump truck* yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut ini (Rochmanhadi 34:1982 dalam buku Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat) :

$$P = \frac{C \times 60 \times E}{Cm}$$

Keterangan:

- P = Produksi per jam (m^3 /jam)
- Cm = Waktu siklus dump truck (menit)
- E = Efisiensi kerja

5. Motor Grader

Waktu produksi motor grader diperhitungkan sbb (Rochmanhadi, 107:1992 Alat-alat berat dan penggunaanya) :

$$T = \left(\frac{dr}{V_f} + \frac{df}{V_y} \right) \frac{N}{E} \text{ (menit)}$$

dimana:

df = jarak lurus pergi per siklus (meter)

dr = jarak kembali dalam grading berikutnya (meter)

Vf = kecepatan rata-rata pergi (m /menit)

Vy = kecepatan rata-rata kembali (m /menit)

N = jumlah pass

E = efisiensi

Perhitungan Luas Operasi per jam (m²/jam)
(Rochmanhadi, 46:1992 kapasitas dan produksi alat-alat berat)

$$Q_a = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E$$

Dimana:

Qa = Luas operasi per jam (m²/jam)

V = Kecepatan kerja (km/jam)

Le = Panjang blade efektif (m)

Lo = lebar tumpang tindih/overlap (cm)

E = efisiensi

6. Wheel Loader

Produktivitas Alat Secara umum, produktivitas suatu alat berat, dihitung dengan menggunakan rumus (Rochmanhadi, 84:1992 Alat-alat berat dan penggunaanya) :

$$Q = q \times 60 \times E$$

Cm

dimana :

Q = produksi per-jam (m³/jam)

q = produksi persiklus (m³)

E = efisiensi kerja

Cm = waktu siklus (menit)

KOMPONEN BIAYA ALAT BERAT

Biaya Kepemilikan

Biaya kepemilikan adalah biaya kepemilikan alat yang harus diperhitungkan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri.

a) Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut:

1) Nilai Sisa Alat (c)

$$C = 10\% \times B$$

2) Faktor angsuran/ Pengembalian modal

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

3) Biaya Pasti Perjam

(a) Biaya Pengembalian Modal

$$G = \frac{(B - C) \times D + F}{W}$$

(b) Biaya Asuransi dan lain-lain

$$F = \frac{0,002 \times B}{W}$$

b) Biaya Operasi dan Pemeliharaan

1) Biaya Bahan Bakar

$$H = (12,5s/d17,5)\% \times HP \times Ms$$

2) Biaya Pelumas (I)

$$I = (1s/d2)\% \times HP \times M$$

3) Biaya Perbaikan dan Perawatan (K)

$$K = (12,5s/d17,5)\% \times \frac{W}{B}$$

4) Biaya Operator

$$L = 1 \text{ orang/jam} \times U$$

Biaya Penyewaan Alat

Perhitungan biaya dilakukan dengan mengalikan biaya sewa dengan jumlah peralatan dan lama waktu sewa.

$$\text{Total biaya} = \frac{V}{N \times Q} \times \text{biaya sewa jam}$$

Dimana :

V = Volume pekerjaan

N = Jumlah unit

Q = Produktivitas per jam

Waktu Kerja

1. Waktu Kerja Normal

Waktu kerja normal adalah waktu kerja pada setiap hari kerja senin sampai dengan sabtu ditetapkan selama 8 jam per hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal

2. Waktu Kerja Lembur

Waktu kerja lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (8 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk setiap hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja per minggu.

PERHITUNGAN HARGA SATUAN PEKERJAAN

Harga satuan pekerjaan biaya yang dihitung dalam suatu analisis harga satuan suatu pekerjaan, yang terdiri atas biaya langsung (tenaga kerja, bahan dan peralatan) dan biaya operasional atau tidak langsung (biaya umum atau *over head*, dan keuntungan) sebagai mata pembayaran suatu jenis pekerjaan tertentu. termasuk pajak-pajak.

Perhitungan Harga Satuan Alat per m³

Harga satuan dasar alat adalah besarnya biaya yang dikeluarkan pada komponen biaya alat yang meliputi biaya pasti, biaya tidak pasti atau operasi, biaya bengkel dan biaya upah, biaya perbaikan dan biaya operatornya

Harga satuan alat per m³ dapat dihitung dengan mengalikan koefisien alat dan harga alat sewa, dengan rumusan dibawah ini. (Panduan Analisis Harga Satuan No 008/BM/2008, 31:2008 Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum)

- a. Koef alat=1/Q
- b. Harga Alat = Koef.Alat x Harga sewa alat perjam

Harga Satuan Bahan per m³

Harga Satuan Bahan adalah besarnya biaya yang dikeluarkan pada komponen bahan untuk memproduksi satu satuan pengukuran pekerjaan tertentu.

Perhitungan Harga Satuan Dasar Tenaga Pekerja

Harga satuan dasar tenaga pekerja per jam dapat dihitung dengan mengalikan koefisien tenaga dan upah perjam, dengan rumusan dibawah ini. (Panduan Analisis Harga Satuan No 008/BM/2008, 31:2008, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum)

- a. Koef Tenaga= 1 x jam kerja (7 jam)/Q
- b. Harga satuan tenaga= Koef.Alat x Upah(Rp/jam)

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

1. Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli baik itu melakukan wawancara maupun observasi/survei langsung di lapangan. Wawancara, yaitu dengan melakukan tanya jawab langsung dengan narasumber yang terkait untuk mendapatkan data yang diperlukan.

Pada penelitian analisis produktivitas alat berat ini narasumber yang penulis jumpai dan melakukan tanya jawab langsung kepada Pimpinan Proyek dan bagian Divisi Alat Berat perusahaan penyedia jasa selaku kontrktor pelaksana. Data-data yang diperlukan yaitu berupa data-data tentang proyek yang di tinjau terutama mengenai data alat berat yang di gunakan, meliputi :

a. Data lokasi

Meliputi peta lokasi yang menunjukkan lokasi penelitian yang akan dilakukan yaitu pada proyek pembangunan yang akan ditinjau. Kontur tanah lokasi proyek dan gambar site plan, dan lain lain.

b. Data-data Alat berat

Data-data alat berat yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu :

- 1) Jenis alat berat yang digunakan

- 2) Umur alat berat yang digunakan
- 3) Jenis tanah
- 4) Merk alat berat
- 5) Oprator/pengemudi alat berat
- 6) Volume pekerjaan dan data-data lain yang diperukan
- 7) Waktu pelaksanaan

2. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder, berupa data yang diperoleh dari referensi tertentu atau literatur-literatur yang berkaitan dengan alat berat. Pengumpulan data sekunder bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan kuliah, media internet dan media cetak lainnya. Selain itu semua literatur yang diperoleh tersebut digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori yang dapat dipakai dalam penelitian ini sehingga hasil yang didapatkan bersifat ilmiah. Data – data yang di peroleh dalam penelitian ini yaitu :

- a. Literatur mengenai teori – teori dan cara kerja mengenai alat berat yang digunakan pada penelitian ini.
- b. Data lokasi
Meliputi peta lokasi yang menunjukan lokasi penelitian yang akan dilakukan yaitu pada proyek pembangunan yang akan ditinjau.
- c. Gambar kerja, meliputi :
 - 1) Gambar site plan
 - 2) Kontur tanah
- d. Dokumentasi / foto-foto pekerjaan
- e. Data – data kuesioner (responden)

ANALISIS DATA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT

Analisis data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan baik itu data

primer maupun data skunder. Analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan produktivitas kapasitas alat berat secara aktual yaitu analisis mengenai topik yang menyangkut tentang produktivitas alat berat pada pekerjaan sipil dibidang pematangan lahan, baik pekerjaan galian, timbunan maupun pemadatan tanah pada lokasi yang ditinjau yaitu proyek pebangunan pabrik Krakatau Posco zone IV di cilegon. Analisis yang akan dilakukan yaitu perhitungan produktivitas pada masing-masing alat berat yang digunakan, *Excavator, Bulldozer, Vibration Roller, Dump Truck, Motor Grader, Wheel Loader*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Proyek

Volume pekerjaan timbunan tanah dihitung berdasarkan gambar tata letak (*layout*) . Dari lampiran gambar tata letak (*layout*) berbentuk trapesium. Volume penimbunan yang dihitung pada zone IV dengan luas daerah 187646,9 m² dari hasil perhitungan. Volume timbunan tanah pada proyek pembangunan Krakatau Posco Zone IV yang terdiri dari 25 pembagian dengan luas daerah pematangan lahan adalah 187646,9 m², dan volume timbunan tanah urugan V=750587,5 m³ dan volume timbunan tanah pasir V=281470,35 m³ dan total volume timbunan adalah 1032057,85 m³.

Perhitungan Produksi Alat Berat dan Durasi Pekerjaan.

Tabel 1

| Jenis Alat | Produksi 1 unit (m ³ /jam) | Produksi (m ³ /jam) | Durasi (jam) |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| 9 unit Excavator | 76,204 m ³ /jam | 685,843 m ³ /jam | 1504 |
| 9 unit Bulldozer | 114,207 m ³ /jam | 1027,871 m ³ /jam | 1008 |
| 7 unit Vibro Roller | 93,928 m ³ /jam | 657,5 m ³ /jam | 1144 |
| 25 unit Dump Truck | 27,284 m ³ /jam | 682,1 m ³ /jam | 1504 |
| Motor Grader | 987,84 m ³ /jam | 987,84 m ³ /jam | 197 |
| 5 unit Wheel Loader | 89,227 m ³ /jam | 446,135 m ³ /jam | 1024 |

Sumber: Hasil analisis data 2012

Perhitungan Harga Satuan Sewa Alat Berat dan Biaya Pekerjaan Mengguakan Alat Berat

Biaya kepemilikan adalah biaya kepemilikan alat yang harus diperhitungkan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri. Perhitungan harga satuan sewa alat berat perjam dihitung berdasarkan biaya kepemilikan yang terdiri dari:

1. Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut:
 - a. Nilai Sisa Alat (c)
 - b. Faktor angsuran/ Pengembalian modal
 - c. Biaya Pasti Perjam Biaya Asuransi dan lain-lain
2. Biaya Operasi dan Pemeliharaan
 - a. Biaya Bahan Bakar
 - b. Biaya Pelumas (I)
 - c. Biaya Perbaikan dan Perawatan (K)
 - d. Biaya Operator

Tabel 2

| Jenis Alat | Produksi (m ³ /jam) | Durasi (jam) | Harga Sewa (jam) | Biaya Sewa (Rp) |
|---------------------|--------------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 9 unit Excavator | 685,843 m ³ /jam | 1504 | Rp.449.335,88 | Rp. 6.109.210.580 |
| 9 unit Bulldozer | 1027,871 m ³ /jam | 1008 | Rp.790.967,22 | Rp. 7.202.654.667 |
| 7 unit Vibro Roller | 657,5 m ³ /jam | 1144 | Rp.329.051,95 | Rp. 2.635.048.081 |
| 25 unit Dump Truck | 682,1 m ³ /jam | 1504 | Rp.687.021,62 | Rp. 25.832.013.100 |
| Motor Grader | 987,84 m ³ /jam | 197 | Rp.444.448,48 | Rp. 90.556.352,14 |
| 5 unit Wheel Loader | 446,135 m ³ /jam | 1680 | Rp.405.483,61 | Rp. 3.421.062.345 |
| JUMLAH | | | | Rp.45.290.545.130,14 |

Sumber: Hasil analisis data 2012

Tabel 2. Diatas merupakan rekapitulasi hasil produktivitas masing-masing alat berat, durasi waktu dan besarnya biaya oprasional pada kondisi optimal disesuaikan dengan kondisi yang ada dilapangan. Antara lain : 9 unit *Exavator* dengan hasil produksi perjam 685,843m³/jam durasi pekerjaan yang diperlukan 1504 jam dan biaya operasional

Rp.6.109.210.580, 9 unit *Bulldozer* dengan hasil produksi perjam 1027,871m³/jam durasi pekerjaan yang diperlukan 1008 jam dan biaya operasional Rp. 7.202.654.667, 7 unit *Vibro Roller* dengan hasil produksi perjam 657,5 m³/jam durasi pekerjaan yang diperlukan 1144 jam dan biaya operasional Rp.2.635.048.081, 25 unit *Dump Truck* dengan hasil produksi perjam 682,1m³/jam durasi pekerjaan yang diperlukan 1504 jam dan biaya operasional Rp. 25.832 013.100, *Motor Grader* dengan hasil produksi perjam 987,84 m³/jam durasi pekerjaan yang diperlukan 197 jam dan biaya operasional Rp. 90.556.352,14 unit *Wheel Loader* dengan hasil produksi perjam 446,135 m³/jam durasi pekerjaan yang diperlukan 1680 jam dan biaya operasional Rp. 3.421.062.345 dengan keseluruhan total biaya Rp.45.290.545.130,14

PERHITUNGAN HARGA SATUAN PEKERJAAN

Harga satuan pekerjaan biaya yang dihitung dalam suatu analisis harga satuan suatu pekerjaan, yang terdiri atas biaya langsung (tenaga kerja, bahan dan peralatan) dan biaya operasional atau tidak langsung (biaya umum atau *over head*, dan keuntungan) sebagai mata pembayaran suatu jenis pekerjaan tertentu. termasuk pajak-pajak. Perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan satu jenis pekerjaan tertentu.

Perhitungan Harga Satuan Alat per m³

Harga satuan alat per m³ dapat dihitung dengan mengalikan koefisien alat dan harga alat sewa, dengan rumusan dibawah ini (Panduan Analisis Harga Satuan No 008/BM/2008, 31:2008 Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum).

Tabel 3

| Jenis Alat | Kapasitas produksi m ³ /jam (Q) | Koefisien Alat m ³ /jam (L/Q) | Harga Sewa Alat/Jam | Harga Satuan alat per 1m ³ (Rp) (L/Q x Rp/jam) |
|--------------|--|--|---------------------|---|
| Excavator | 76.2048 | 0.0131 | Rp. 449.336 | Rp. 5.896 |
| Bulldozer | 114.208 | 0.0088 | Rp. 790.867 | Rp. 6.925 |
| Vibro Roller | 93.933 | 0.0106 | Rp. 329.052 | Rp. 3.503 |
| Dump Truck | 27.8242 | 0.0359 | Rp. 687.022 | Rp.24.692 |
| Motor Grader | 987.84 | 0.001 | Rp. 444.448 | Rp. 450 |
| Wheel Loader | 89.2279 | 0.0112 | Rp. 405.484 | Rp. 4.544 |

Sumber: Hasil Analisis Data 2012

Tabel 3. Diatas merupakan rekapitulasi harga satuan alat per m³ berdasarkan kapasitas produksiperjam alat berat dan harga sewa alat berat perjam. Antara lain : *Exavator* dengan hasil produksi perjam 76,2048 m³ /jamdengan koefisien alat 0,0131 dan harga satuan alat Rp. 5.896/m³, *Bulldozer* dengan hasil produksi perjam 114,208 m³/jam dengan koefisien alat 0,0088 dan harga satuan alat Rp. 6.925/m³ , *Vibration Roller* dengan hasil produksi perjam93,933 m³/jam dengan koefisien alat 0,0106 dan harga satuan alat Rp. 3.503/m³, *Dump Truck* dengan hasil produksi perjam 27,8242m³/jamdengan koefisien alat 0,0359 dan harga satuan alat Rp. 24.692/m³, *Motor Grader* dengan hasil produksi perjam 987,84 m²/jam durasi dengan koefisien alat 0,001 dan harga satuan alat Rp. 450/m³,*Wheel Loader* dengan hasil produksi perjam 89,2279 m³/jam dengan koefisien alat 0,0112 dan harga satuan alat Rp. 4.544/m³dengan keseluruhan harga satuan alat per m³Rp.46.010

Harga Satuan Bahan per m³

Tabel 4

| Jenis Alat | Jenis Tanah | Harga satuan bahan 1m ³ |
|--------------|----------------|------------------------------------|
| Excavator | Tanah Timbunan | Rp.20.500 |
| Bulldozer | Tanah Timbunan | Rp.20.500 |
| Vibro Roller | Tanah Timbunan | Rp.20.500 |
| Dump Truck | Tanah Timbunan | Rp.20.500 |
| Motor Grader | Tanah Timbunan | Rp.20.500 |
| Wheel Loader | Tanah Timbunan | Rp.20.500 |

Sumber: Panduan Analisis Harga Satuan Dinas Pekerjaan Umum tahun 2008

Tabel 4 diatas merupakan harga satuan bahan per m³ berdasarkan buku panduan analisis

harga satuan bahan dinas pekerjaan umum tahun 2008.

Perhitungan Harga Satuan Dasar Tenaga Pekerja

Harga satuan dasar tenaga pekerja per jam dapat dihitung dengan mengalikan koefisien tenaga dan upah perjam, dengan rumusan dibawah ini (Panduan Analisis Harga Satuan No 008/BM/2008, 31:2008 Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum).

Tabel 5 Harga Satuan dasar Tenaga Pekerja

| Jenis Alat | Kapasitas produksi m ³ /jam (Q) | Koef. Tenaga /jam (1 x jam kerja : Q) | Upah Tenaga Pekerja/jam (Rp) | Harga Satuan Tenaga/jam (Orang/jam kerja x Rp/jam) |
|--------------|--|---------------------------------------|------------------------------|--|
| Excavator | 76.2048 | 0.0919 | Rp. 20.000 | Rp. 1.837 |
| Bulldozer | 114.208 | 0.0613 | Rp. 20.000 | Rp. 1.226 |
| Vibro Roller | 93.933 | 0.0745 | Rp. 20.000 | Rp. 1.490 |
| Dump Truck | 27.8242 | 0.2516 | Rp. 20.000 | Rp. 5.032 |
| Motor Grader | 987.84 | 0.0071 | Rp. 20.000 | Rp. 142 |
| Wheel Loader | 89.2279 | 0.0785 | Rp. 20.000 | Rp. 1.569 |

Sumber: Hasil Analisis Data 2012

Tabel 5 Diatas merupakan rekapitulasi harga satuan dasar tenaga kerja berdasarkan kapasitas produksi perjam dan upah tenaga per jam. Antara lain : *Exavator* dengan hasil produksi perjam 76,2048m³/jam dengan koefisien tenaga pekerja 0,0919 dan harga satuan tenaga/jam Rp.1.836/jam, *Bulldozer* dengan hasil produksi perjam 114,208 m³/jam dengan koefisien tenaga pekerja 0,0613 dan harga satuan tenaga/jam Rp. 1.226/jam , *Vibration Roller* dengan hasil produksi perjam 93,933 m³/jam koefisien tenaga pekerja 0,0745 dan harga satuan tenaga/jam Rp. 1.490/jam, *Dump Truck* dengan hasil produksi perjam 27,8242 m³/jamdengan koefisien tenaga pekerja 0,2516 dan harga satuan tenaga/jam Rp. 5.032, *Motor Grader* dengan hasil produksi perjam 987,84 m²/jam durasi dengan koefisien tenaga pekerja 0,0088 dan harga satuan tenaga/jam Rp. 142/jam,*Wheel Loader* dengan

hasil produksi perjam 89,2279 m³/jam dengan koefisien tenaga pekerja 0,0785 dan harga satuan tenaga/jam Rp. 1.569/jam.

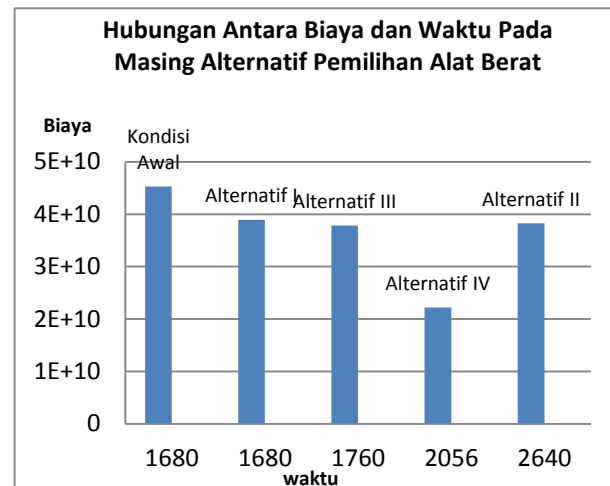
Dibawah ini merupakan hasil rekapitulasi harga satuan alat, harga satuan bahan, harga satuan dasar tenaga kerja dengan pajak 10% yang di sebut dengan harga satuan pekerjaan.

Tabel 6

| Jenis Alat | Kapasitas produksi m ³ /jam (Q) | Harga Satuan alat per 1m ³ (Rp) (1/Q x Rp/jam) | Harga satuan bahan 1m ³ | Harga Satuan Tenaga/jam (Orang/jam kerja x Rp/jam) | Harga Satuan Pekerjaan (Rp1-Rp2+Rp3 x 10%) |
|---------------|--|---|------------------------------------|--|--|
| Exavator | 76.2048 | Rp. 5.896 | Rp.20.300 | Rp. 1.837 | Rp. 30.837 |
| Bulldozer | 114.208 | Rp. 6.925 | Rp.20.300 | Rp. 1.226 | Rp. 31.296 |
| Vibro Roller | 93.933 | Rp. 3.503 | Rp.20.300 | Rp. 1.490 | Rp. 27.822 |
| Dump Truck | 27.8242 | Rp.24.692 | Rp.20.300 | Rp. 5.032 | Rp. 55.026 |
| Motor Grader | 987.84 | Rp. 450 | Rp.20.300 | Rp. 142 | Rp. 22.981 |
| Wheel Loader | 89.2279 | Rp. 4.544 | Rp.20.300 | Rp. 1.569 | Rp. 29.054 |
| JUMLAH | | | | | Rp.197.016 |

Sumber : Hasil Analisis Data 2012

Pada tabel 6 di atas adalah hasil dari harga bahan ditambah harga satuan alat ditambah harga satuan dasar tenaga pekerja dikalikan pajak 10% maka menghasilkan *Exavator* harga satuan pekerjaannya adalah Rp. 30.837 m³, *Bulldozer* harga satuan pekerjaannya adalah Rp. 31.296 m³, *Vibration Roller* harga satuan pekerjaannya adalah Rp. 27.882 m³, *Dump Truck* harga satuan pekerjaannya adalah Rp. 55.026 m³, *Motor Grader* harga satuan pekerjaannya adalah Rp. 22.981 m³, *Wheel Loader* harga satuan pekerjaannya adalah Rp. 29.054 m³, dan jumlah keseluruhan per m³ adalah Rp.197.016.



Gambar 1 Grafik hubungan antara waktu dan biaya pada masing-masing alternatif komposisi alat berat (Sumber : Analisis data penulis 2012)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat berat dapat disimpulkan :

1. *Exavator* produksi perjam 76,204 m³/jam, *Bulldozer* produksi perjam 114,207 m³/jam, *Vibration Roller* produksi perjam 93,928 m³/jam, *Dump Truck* produksi perjam 27,284 m³/jam, *Motor Grader* produksi perjam 987,84 m²/jam , *Wheel Loader* produksi perjam 89,227 m³/jam.
2. Harga satuan pekerjaannya *Exavator* Rp. 30.837/m³, *Bulldozer* Rp. 31.296/m³, *Vibration Roller* Rp. 27.882/m³, *Dump Truck* Rp. 55.026/m³, *Motor Grader* Rp. 22.981/m³, *Wheel Loader* Rp. 29.054/m³, dan jumlah keseluruhan harga satuan per m³ adalah Rp.197.016.
3. Alternatif III yang paling efektif dan efisien, dengan waktu pelaksanaan 1760 jam atau 220 hari dan biaya Rp.37.852.116.440. Kombinasi adalah 8 unit *excavator*, 5 unit *bulldozer*, 5 unit *vibration roller*, 22 unit *dump truck*, 1 unit *motor grader* dan 5 unit *wheel loader*.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Caterpillar performance Handbook*. Edition 35.. Caterpillar Inc, Peoria Illinois, USA. Oktober 2004
2. Direktorat Jendral Bina Marga., , **Panduan Analisis harga Satuan** No. 028/T/BM/1995, Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta. 1995
3. Direktorat Jendral Bina Marga., , **Panduan Analisis harga Satuan** No028/T/BM/1995, Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta. 1995
4. *Komatsu specification and application performance Handbook*. Edisi 27. Agustus 2006
5. Limanto, santoso.. **Analisis Produktivitas Pemancangan Tiang Pancang pada Bangunan Tinggi Apartement**. Seminar Nasional 2009 Jurusan Teknik Sipil. Surabaya : Universitas Kristen Petra. 2009
6. Peurefoy-Scheknayder-Shapira, **Construction Planning, Equipment, and Methods**, seventh Edition. Mc Graw-Hill. 2006
7. Robert L. Peurifoy and Garold D. Oberlender. **Estimating Construction Costs**, Fifth edition,Penerbit Mc. Graw Hill, tahun 2004
8. Rochmanhadi, **Alat-Alat Berat dan Penggunaannya**: Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta, 1982.
9. Rochmanhadi, **Kapasitas dan Produksi alat-Alat Berat**: Departemen Pekerjaan Umum Jakarta,1983
10. Rochmanhadi, **Pemindahan Tanah Mekanis**. : Departemen Pekerjaan Umum .Jakarta. 1983
11. Rochmanhadi, **Pemindahan Tanah Mekanis**. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 2000
12. Rostiyanti, Susy Fatena. **Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi**, Rineka Cipta,Jakarta
13. Rusli Rasyid Muhammad **Analisis Produktifitas Alat-Alat Berat Proyek Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanuddin, Maros, Makassar, Tugas Akhir Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.,2008**
14. Smith Ronald.C, **Principles and Practies Of Heavy Construction Third Edition.**,1986. Englewood, New Jersey Wedhanto, Sony. 2009.
15. Wigroho, H.Y dan Suryadharma, H.. **Pemindahan Tanah Mekanis**. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya, 1993
16. Wilopo, Djoko. **Metode konstruksi dan Alat Berat**, Jakarta : Universitas Indonesia, 2009