

EFISIENSI PEKERJAAN PEMANCANGAN DENGAN ALAT *DIESEL HAMMER* DAN *HYDRAULIC HAMMER*

(Studi Kasus Pembangunan Jembatan Sungai Kambu, Kota Kendari)

Hadafia'dy^{1,*}, Umran Sarita¹, Anafi Minmahddun¹

¹ Program Studi D-III Teknik Sipil, Program Pendidikan Vokasi, Universitas Halu Oleo

Koresponden*, Email: hadafiakone@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 07 Mei 2021 Diperbaiki : 17 Mei 2021 Disetujui : 24 Mei 2021	<p>The construction of the Kambu River Bridge is a project where the foundation used is a type of pile. In the erection process used a diesel hammer. This is due to field conditions and costs due to long erection. However, that does not mean that there are no other alternative piling tools that can be used. Hydraulic hammers are chosen for comparison with diesel hammers. This tool was chosen because of its similar characteristics to the dieselhammer. The choice of a faster piling tool will affect the duration of work in completing the project. Based on the results of the calculation of productivity, time and costs required for each tool for the 73-day hammer diesel at a cost of Rp. 593.529.176, while the hydraulic hammer for 63 days at a cost of Rp. 552.958.056.</p>
Key words : Diesel Hammer, Hydraulic Hammer, productivity	<p>Abstrak</p> <p>Pembangunan Jembatan Sungai Kambu merupakan salah satu proyek dimana pondasi yang digunakan adalah jenis tiang pancang. Dalam proses pemancangannya dipakai diesel hammer. Hal ini karena kondisi lapangan serta biaya karena pemancangan yang cukup lama. Namun bukan berarti tidak ada alternatif alat pancang lain yang bisa dipakai. Hydraulic hammer dipilih sebagai pembanding dari diesel hammer. Alat tersebut dipilih karena karakteristik yang hampir sama dengan diesel hammer. Pemilihan alat pancang yang lebih cepat akan mempengaruhi durasi pekerjaan dalam menyelesaikan proyek. Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas, waktu dan biaya yang dibutuhkan dari masing-masing alat untuk diesel hammer 73 hari dengan biaya Rp. 593.529.176, sedangkan hydraulic hammer selama 63 hari dengan biaya sebesar Rp. 552.958.056.</p>
Kata kunci : Diesel Hammer, Hydraulic Hammer, Produktivitas	

1. Pendahuluan

Jalan raya adalah jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang di buat manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ketempat lainnya dengan mudah dan cepat (Clarkson H.Oglesby,1999). Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometric ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio` tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

Seperti kita ketahui bersama bahwa untuk membangun suatu sarana tranportasi memerlukan metode yang benar dan tepat, oleh karena itu diperlukan perencanaan kontruksi jalan dan perencanaan pekerjaan jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu

lintas sehingga pembangunan kontruksi tersebut dapat berguna maksimal bagi perekmbangan daerah sekitarnya.

Rekonstruksi jalan ini pelaksanaan fisiknya dilakukan oleh CV. BINTANG TOMBIKA KONSTRUKSI sebagai kontraktor (pelaksana), sedangkan perencanaan (konsultan perencanaan) sekaligus pengawasan pekerjaan (konsultan pengawas) dilakukan oleh CV. BUTON EXPLOR CONSULTAN.

Dari latar belakang di atas maka dibutuhkan metode pelaksanaan yang optimal agar tercapai hasil pekerjaan yang baik dan benar. Oleh karena itu dibutuhkan spesifikasi umum bina marga 2018 untuk menunjang metode pelaksanaan pekerjaan di lapangan sesuai spesifikasi yang diinginkan. Dengan alasan itu penulis tertarik membuat suatu tugas akhir dengan judul: " Metode Pelaksanaan Lapis Perkerasan AC-BC Pekerjaan Peningkatan Jalan" (Studi Kasus jalan poros wakuru, Kec. Tongkuno, Kab. Muna).

2. Metode

Jembatan merupakan salah satu struktur yang digunakan untuk melintasi dua bagian jalan yang terputus oleh sungai, teluk, danau dan lain-lain, sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki melintas dengan lancar dan aman. Jembatan sebagai prasarana transportasi mempunyai manfaat penting bagi pergerakan lalu lintas. Selain itu jembatan juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam aktifitas masyarakat, sehingga perlu adanya perhatian khusus dalam pembangunan dan perawatannya.

Pada pembangunan jembatan yang memiliki kondisi tanah relatif lunak dan kedalaman tanah keras begitu dalam maka digunakan tiang pancang sebagai pondasinya. Dalam hal mengerjakan pekerjaan pondasi pada proyek yang menggunakan tiang pancang sebagai pondasinya tentunya diperlukan suatu alat yang disebut alat pancang. Ada beberapa jenis alat pancang yang digunakan dalam pemancangan seperti *vibratory hammer*, *Drop hammer*, *Diesel hammer*, *Hydraulic hammer* dan lain sebagainya.

Pada jembatan Sungai Kambu pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang dengan menggunakan metode pemancangan *diesel hammer*. Selain alat pancang tersebut, juga terdapat alat pancang lain yang biasa digunakan dalam pekerjaan pemancangan yaitu *hydraulic hammer*. *Hydraulic hammer* merupakan alat pancang dengan sistem kerja menekan masuk tiang pancang ke dalam tanah dengan menggunakan dongrak hidrolik yang diberi beban *counterweight* sehingga tidak menimbulkan getaran. Produktivitas alat pancang yang dipakai sangat berpengaruh terhadap waktu dan biaya pada saat pelaksanaan, oleh karena itu perlunya dilakukan penelitian terhadap produktivitas *diesel hammer*.

Berdasarkan masalah tersebut di atas, maka penulis memilih alat *hydraulic hammer* sebagai pembanding efisiensi kerja dari *diesel hammer*. Dengan membandingkan dua alat pancang yang berbeda kita dapat mengetahui alat pancang mana yang lebih efisien untuk digunakan baik itu dari segi waktu pelaksanaan maupun biaya.

2.1. Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang, dan lain-lain. Secara umum suatu jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik.

Dalam pembangunan jembatan tentunya dibutuhkan pondasi yang kuat dengan tujuan untuk menahan seluruh beban pada jembatan dan diteruskan ke dasar tanah pada kedalaman tertentu.

Menurut Hary Christady (2006), fondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban ke tanah atau batuan yang ada dibawahnya yang berfungsi mendukung seluruh berat bangunan, yang meliputi berat sendiri dari berat beban-beban yang ada meneruskannya ke tanah yang berada dibawahnya.

Secara umum suatu bangunan jembatan terdiri dari 6 bagian pokok, yaitu :

- a. Bangunan atas
- b. Landasan
- c. Bangunan bawah
- d. Pondasi
- e. Oprit
- f. Bangunan Pengaman jembatan

2.2. Pondasi Tiang Pancang (*Pile Foundation*)

Pondasi tiang pancang (*pile foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan meneruskan beban yang diterima dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Menurut Bowles (1991), tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan/atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban atas ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah.

Tujuan dari pondasi tiang pancang adalah untuk menyalurkan beban pondasi ke tanah keras dan untuk menahan beban vertical, beban lateral. Struktur yang menggunakan pondasi tiang pancang apabila tanah dasar tidak mempunyai kapasitas daya dukung yang memadai.

Struktur yang menggunakan tiang pancang apabila tanah dasar tidak mempunyai kapasitas daya dukung yang memadai. Misalkan hasil pemeriksaan tanah menunjukkan bahwa tanah dangkal tidak keras atau daya dukungnya kurang maka perlu menjadi pertimbangan khususnya persoalan estimasi biaya.

Pada umumnya manfaat dari pondasi tiang pancang adalah :

- a. Jika bangunan terdapat diatas air atau tanah lunak maka harus menggunakan tiang pancang untuk meneruskan beban bangunan ke tanah pendukung yang kuat.
- b. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relative kuat sampai kedalaman tertentu sehingga pondasi bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup untuk

mendukung beban tersebut oleh gesekan sisi tiang dengan tanah sekitarnya.

- c. Untuk menopang bangunan akibat tekanan hidrostatik atau momen guling yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas.
- d. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas.
- e. Untuk memadatkan tanah pasir, agar bertambahnya kapasitas dukung tanah tersebut.
- f. Agar bangunan yang tanahnya mudah tergerus air maka dapat didukung menggunakan pondasi tiang pancang.
- g. Berfungsi untuk menahan gaya vertikal dengan cara menyalurkan atau meneruskannya ke lapisan tanah di bawahnya pada kedalaman tertentu.
- h. Untuk menahan gaya lateral di bangunan yang arahnya sulit untuk ditentukan seperti yang disebabkan oleh gempa bumi dan angin kencang.
- i. Untuk membantu menahan bangunan dari kemungkinan terjadi erosi.

Bahan untuk pondasi tiang pancang adalah bambu, kayu, baja dan beton bertulang. Adapun jenis tiang pancang yang digunakan pada pekerjaan proyek pembangunan jembatan sungai kambu kota Kendari adalah tiang pancang baja dengan diameter 60 cm. Peralatan yang digunakan untuk pemancangan adalah diesel hammer.

2.3. Jenis-jenis Pondasi Tiang Pancang

Didalam dunia konstruksi, tiang pancang (*pile*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu.

a. Menurut Cara Pemindahan Beban

Menurut cara pemindahan beban tiang pancang dibagi dua yakni sebagai berikut :

- 1) *Point Bearing Pile (End Bearing Pile)*
End bearing pile merupakan tiang pancang dengan tahanan ujung. Tiang pancang ini meneruskan beban melalui tahanan ujung ke lapisan tanah keras.
- 2) *Friction Pile*

b. Pondasi Tiang Pancang Menurut Karakteristiknya

- 1) Tiang Pancang Kayu (*Timber Pile*)
- 2) Tiang Pancang Beton
- 3) Tiang Pancang Baja

c. Pondasi Tiang Pancang Menurut Pemasangannya

Pondasi tiang pancang menurut cara pemasangannya dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- 1) Tiang Pancang Pracetak
- 2) Tiang yang dicor ditempat (*cast in place pile*)

2.4. Alat Pancang Tiang

Dalam pemasangan tiang ke dalam tanah, tiang dipancang dengan alat pemukul yang dapat berupa pemukul (*hammer*), mesin uap, pemukul getar, atau pemukul yang hanya dijatuhkan.

a. Pemukul Jatuh (*Drop Hammer*)

Drop hammer merupakan pemukul jatuh yang terdiri dari balok pemberat yang dijatuhkan dari atas. Cara kerja *drop hammer* adalah penumbuk (*hammer*) ditarik ke atas dengan kabel dan kerekan sampai mencapai tinggi jatuh tertentu, kemudian penumbuk tersebut jatuh bebas menimpa kepala tiang pancang. Untuk menghindari kerusakan pada tiang pancang maka pada kepala tiang pancang dipasang topi/cap (*shock absorber*), cap ini biasa terbuat dari kayu.

Bagian-bagian dari *drop hammer* :

- 1) *Lead*
Lead adalah rangka baja dengan dua bagian parallel sebagai pengatur tiang agar pada saat dipancarkan arahnya benar, jadi leader berfungsi agar jatuhnya pemukul tetap terpusat pada system.
- 2) *Ram*
Ram adalah bagian pemukul yang bergerak ke atas dan ke bawah yang terdiri dari piston dan kepala penggerak.
- 3) *Anvil*
Anvil adalah bagian yang terletak pada dasar pemukul yang menerima benturan dari ram dan mentransfernya ke kepala tiang.
- 4) Bantalan
Bantalan terbuat dari kayu keras atau bahan lain yang ditempatkan di antara penutup tiang (*pile cap*) dan puncak tiang untuk melindungi kepala tiang dari kerusakan. Bantalan juga berfungsi untuk menjaga energy per pukulan seagam. Bantalan harus dibuat dari material yang kuat, biasanya dispesifikasikan oleh pabrik pemukul.
- 5) Topi (*helmet*)
Helmet atau penutup pancang adalah bantalan yang terbuat dari baja cor yang diletakkan di atas tiang untuk mencegah tiang dari kerusakan saat pemancangan dan untuk menjaga agar as tiang sama dengan as pemukul.

b. *Vibratory Hammer*

Vibratory hammer adalah palu getaran hidraulik yang digunakan untuk penggerak pile sheet, casing atau ekstraksi. *Vibratory hammer* merupakan alat pancang yang bergetar pada frekuensi tinggi.

c. *Diesel Hammer*

Diesel hammer adalah sebuah alat yang digunakan untuk memancang/memukul tiang pancang ke dalam tanah yang digunakan untuk pondasi sebuah bangunan bertingkat, jembatan, dermaga, tower, dan lain-lain.

Pemukul diesel hammer terdiri dari *silinder, ram, balok anvil*, dan system injeksi bahan bakar. Diesel hammer memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston/ram, tangki bahan bakar, injector, dan mesin pelumas.

Produktivitas alat pemancangan tiang pancang *pile driver diesel hammer* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kap. Prod./jam} = V_l \times p \times F_a / T_{sl} \times 60 \quad (1)$$

dimana :

T_{sl} = jumlah waktu siklus

V_l = kapasitas (m/jam)

F_a = faktor efisiensi alat

P = panjang tiang (m)

d. *Hydraulic Hammer*

Hydraulic hammer merupakan salah satu alat pancang dengan sistem kerja menekan masuk tiang pancang ke dalam tanah dengan menggunakan dongrak hidraulik yang diberi beban *counterweight* sehingga tidak menimbulkan getaran. Dimana untuk menekan tiang tersebut ditempat ditempatkan sebuah mekanisme berupa plat penekan yang berada pada puncak tiang dan juga pemegang (*grip*) tiang, kemudian tiang ditekan ke dalam tanah.

Dengan sistem ini tiang akan tertekan secara kontinyu ke dalam tanah tanpa suara bising, tanpa pukulan dan getaran. Ukuran diameter piston mesin *hydraulic* tergantung dengan besar kapasitas daya dukung mesin tersebut. Sebagai pembebanan, ditempatkan balok-balok beton atau plat-plat besi pada dua sisi bantalan alat yang pembebanannya disesuaikan dengan muatan yang dibutuhkan tiang.

Produktivitas alat pemancangan tiang pancang *hydraulic hammer* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kap. Prod.} = \frac{\text{output} \times \text{maks stroke}}{\text{input} \times h \times \text{time} \times f_k} \quad (2)$$

dimana :

Output = kedalaman tiang pancang

Maks stroke = tinggi jatuh maksimal hammer

Input = jumlah alat

h = tinggi jatuh minimal hammer

f_k = faktor koreksi

2.5. Estimasi Biaya

Estimasi biaya merupakan hal penting dalam industri konstruksi. Ketidaktepatan dalam estimasi dapat memberikan efek negatif dalam proses konstruksi dan semua pihak yang terlibat. Definisi estimasi biaya menurut *National Estimating Society – USA* adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu.

Dalam usaha mencari pengertian lebih lanjut mengenai estimasi biaya, maka perlu diperhitungkan hubungannya dengan *cost engineering*. *Cost engineering* menurut AACE (*The American Association of Cost Engineer*) adalah area dari kegiatan engineering dimana pengalaman dan pertimbangan engineering dipakai pada aplikasi prinsip-prinsip teknik dan ilmu pengetahuan di dalam masalah perkiraan biaya dan pengendalian biaya (Soeharto, 1995).

Estimasi analisis ini merupakan metode yang secara tradisional dipakai oleh estimator untuk menentukan setiap tarif komponen pekerjaan dianalisa ke dalam komponen-komponen utama tenaga kerja, material, peralatan, pekerja, dan lain-lain. Penekanan utamanya diberikan faktor-faktor seperti jenis, ukuran, lokasi, bentuk, dan tinggi yang merupakan faktor penting yang mempengaruhi biaya konstruksi (Ashworth, 1994).

a. Metode Perkiraan Biaya

Menurut Soeharto (1995) salah satu metode perkiraan biaya yang sering dipakai adalah metode yang menganalisa unsur-unsurnya. Pada metode *elemental analysis cost estimating*, lingkup proyek diuraikan menjadi unsur-unsur menurut fungsinya. Struktur yang diperoleh menjadi sedemikian rupa sehingga perbaikan secara bertahap dapat dilakukan sesuai dengan kemajuan proyek, dalam arti masukan yang berupa data dan informasi yang baru diperoleh, dapat ditampung dalam rangka meningkatkan kualitas perkiraan biaya. Klasifikasi fungsi menurut unsur-unsurnya menghasilkan bagian atau komponen lingkup proyek yang berfungsi sama. Agar penggunaannya dalam biaya menjadi efektif, maka pemilihan fungsi hendaknya didasarkan atas:

- 1) Menunjukkan hubungan antara komponen-komponen proyek, dan bila telah diberi beban biaya, berarti menunjukkan komponen biaya proyek lain yang sejenis;
- 2) Dapat dibandingkan dengan komponen biaya proyek lain yang sejenis;
- 3) Mudah diukur atau diperhitungkan dan dinilai perbandingannya (rasio) terhadap data standar.

b. Kualitas Perkiraan Biaya

Menurut Soeharto (1995) kualitas suatu perkiraan biaya yang berkaitan dengan akurasi dan kelengkapan unsur-unsurnya tergantung pada hal-hal berikut:

- 1) Tersedianya data dan informasi.
- 2) Teknik atau metode yang digunakan.
- 3) Kecakapan dan pengalaman estimator.
- 4) Tujuan Pemakaian biaya proyek.

Menurut Sastraatmadja (1984) seorang estimator harus mempunyai kualifikasi sebagai berikut:

- 1) Mempunyai pengetahuan/pengalaman yang cukup mengenai detail dari cara pelaksanaan.
- 2) Pengalaman dalam bidang konstruksi.
- 3) Mempunyai sumber-sumber informasi untuk mengetahui harga bahan dan dimana dapat diperoleh, jam kerja buruh yang diperlukan, ongkos-ongkos, *overhead*, dan segala macam biaya tambahan.
- 4) Pengambilan kesimpulan yang tepat mengenai harga, untuk berbagai daerah yang berlainan, jenis pekerjaan, dan buruh yang berlainan.
- 5) Metode yang tepat untuk menaksir biaya.
- 6) Mampu menghitung secara teliti, berhati-hati dan menaksir biaya mendekati biaya sebenarnya.
- 7) Mampu menghimpun, memisahkan dan memilah data yang berhubungan dengan pekerjaan.
- 8) Mampu memikirkan segala langkah untuk setiap jenis pekerjaan.

2.6. Harga Satuan Pekerjaan

a. Pengertian Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya bangunan yang di dalamnyaterdapat angka yang menunjukkan jumlah material, tenaga dan biaya persatuan pekerjaan.

Harga satuan pekerjaan merupakan harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian komponen-komponen tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan tersebut.

Harga satuan bahan dan upah dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda sehingga dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan atau proyek harus berpedoman pada harga satuan dan upah tenaga kerja di pasaran dan lokasipekerjaan.

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas sendiri. Hal ini menyebabkan harga material beragam. Untuk sebagai patokan harga biasanya didasarkan pada lokasi daerah bahan tersebut berasal dan disesuaikan dengan harga patokan di pemerintah.

Harga satuan pekerjaan pada dasarnya agak sulit distandarkan, walaupun harga pasar terkadang distandarkan untuk jangka waktu tertentu untuk pekerjaan tertentu dan untuk lokasi tertentu. Sehingga, kejadiannya adalah harga konstruksi relatif tetap (standar), tetapi biaya yang harus dikeluarkan untuk proses konstruksi bersifat fluktuatif tergantung banyak faktor yang memengaruhi.

Faktor-faktor yang memengaruhi antara lain:

- 1) *Time Schedule* (waktu pelaksanaan yang telah ditetapkan).
- 2) Metode pelaksanaan (*construction method*) yang dipilih.
- 3) Produktivitas sumber daya yang digunakan.
- 4) Harga satuan dasar dari sumber daya yang digunakan.

b. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan merupakan analisa material, upah, tenaga kerja, dan peralatan untuk membuat suatu satuan pekerjaan tertentu yang diatur dalam analisa SNI, AHSP, maupun Analisa Kabupaten/Kota (K), dari hasilnya ditetapkan koefisien pengali untuk material, upah tenaga kerja, dan peralatan segala jenis pekerjaan.

Koefisien atau indeks biaya diperoleh dengan cara mendata kemajuan proyek setiap harinya dan juga pendataan terhadap jumlah pekerja yang dipekerjakan setiap harinya. Dari data ini didapatkan volume pekerjaan tiap harinya. Dari volume pekerjaan didapatkan nilai produktivitas harian untuk pekerjaan pembebanan, pembebanan, dan pembekistingan.

- 1) Menghitung *time factor* untuk setiap jenispekerja

Time factor ditentukan untuk mengetahui besarnya indeks waktu produktif tenaga kerja. Besarnya *time factor* dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Time Factor} = \frac{\text{Waktu Produktif}}{\text{Total Waktu yang Disediakan}} \quad (3)$$

2) Menentukan besarnya koefisien tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja ditentukan untuk mengetahui jumlah tenaga kerja dan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan dengan volume tertentu. Upah tenaga kerja yang dibayarkan dihitung dalam satuan hari, maka perlu diketahui koefisien *man day* dari tenaga kerja.

c. Analisa Harga Satuan Upah

Yang dimaksud dengan analisa bahan suatu pekerjaan, ialah yang menghitung banyaknya/volume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Sedangkan yang dimaksud dengan analisa upah suatu pekerjaan ialah, menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut. (H. Bachtiar, 1993)

Menurut Bachtiar (1993) upah adalah menghitung banyaknya tenaga kerja yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

Upah merupakan suatu imbalan yang harus diberikan oleh kontraktor kepada pekerja sebagai balas jasa terhadap hasil kerja mereka. Upah juga merupakan salah satu faktor pendorong bagi manusia untuk bekerja karena mendapat upah berarti mereka akan dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Dengan pemberian upah yang sesuai dengan jasa yang mereka berikan akan menimbulkan rasa puas, sehingga mereka akan berusaha atau bekerja lebih baik lagi.

Kebutuhan tenaga kerja adalah besarnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk suatu volume pekerjaan tertentu yang dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\Sigma \text{Tenaga Kerja} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Koefisien analisa tenaga kerja} \quad (4)$$

Tingkatan dan tugas tenaga kerja pada masing-masing pekerjaan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Pekerja, jenis tenaga kerja ini berada pada tingkatan tenaga kerja terendah sehingga upah dari pekerja juga termasuk yang paling rendah. Tugas dari pekerja membantu dalam persiapan bahan suatu pekerjaan yang tidak membutuhkan keterampilan khusus.
- 2) Tukang, adalah tenaga kerja yang mempunyai keahlian khusus dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, seperti tukang kayu, tukang batu, tukang besi. Keahlian seorang tukang sangat berpengaruh besar pada pelaksanaan kerja suatu proyek.
- 3) Kepala Tukang, adalah tenaga kerja yang bertugas mengawasi jalannya suatu bidang pekerjaan, misalnya kepala tukang kayu, kepala tukang batu, kepala tukang

besi.

- 4) Mandor, jenis tenaga kerja ini adalah tenaga kerja yang mempunyai tingkatan paling tinggi dalam suatu pekerjaan dan memantau kinerja tenaga kerja yang lain.

2.7. Analisa Harga Satuan Peralatan

Banyak jenis pekerjaan yang memerlukan peranan alat dalam proses pelaksanaannya. Oleh karena itu bila dalam pelaksanaan suatu item pekerjaan tertentu memerlukan alat-alat konstruksi, terutama alat-alat berat, maka sub harga satuan alat ini sama dengan sub harga satuan upah, yaitu mempertimbangkan tingkat produktivitas alat tersebut.

Bila alat yang digunakan adalah sewa, maka harga sewa alat tersebut dipakai sebagai dasar perhitungan sub harga satuan alat. Namun bila alat yang digunakan adalah milik sendiri, maka harus dipakai "konsep biaya alat" yang terdiri dari:

- a. Biaya penyusutan (depresiasi) alat, yaitu biaya yang disisihkan untuk pengembalian investasi alat yang bersangkutan.
- b. Biaya perbaikan, yaitu meliputi biaya yang diperlukan untuk penggantian suku cadang dan upah mekanik.
- c. Biaya operasi, yaitu meliputi biaya-biaya yang diperlukan untuk keperluan bahan bakar, pelumas, minyak hidrolis, grease, dan upah operator.

2.8. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan suatu daya untuk beroperasi. Dalam melaksanakan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat. Bagaimana efisiensi alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal berikut :

- a. Kemampuan operator alat berat.
- b. Pemilihan dan pemeliharaan alat .
- c. Perencanaan dan pengaturan letak alat
- d. Topografi
- e. Kondisi cuaca.

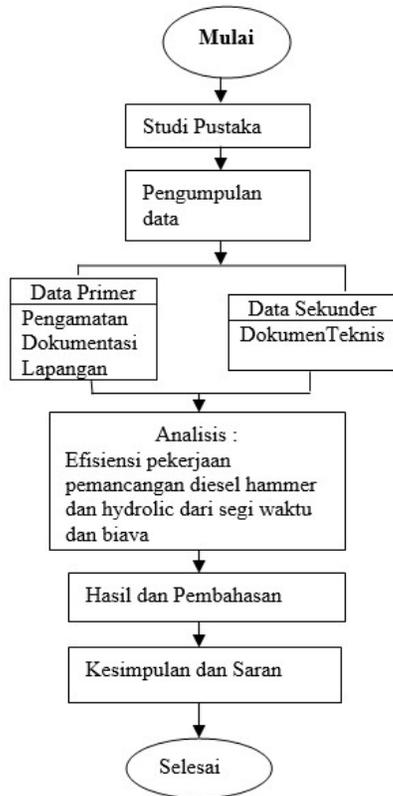
Tabel 1. Faktor koreksi alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	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	0.50	0.47	0.42	0.32

Faktor-faktor diatas sangat berpengaruh pada proses pelaksanaan pekerjaan pemancangan di lapangan pekerjaan dalam hal efisiensi pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan.

2.9. Tahapan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini tahap-tahapan yang dilakukan oleh penelitian dapat dilihat dalam bagan alir berikut :

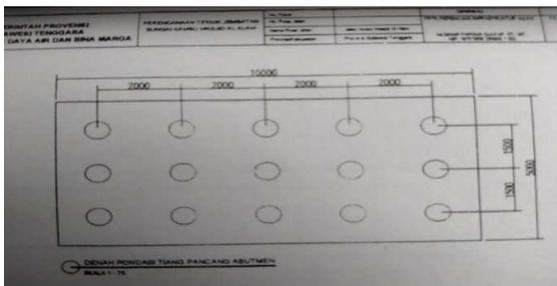


Gambar 1. Diagram alir penelitian
Sumber : Analisa Data, 2020

3. Hasil dan Pembahasan

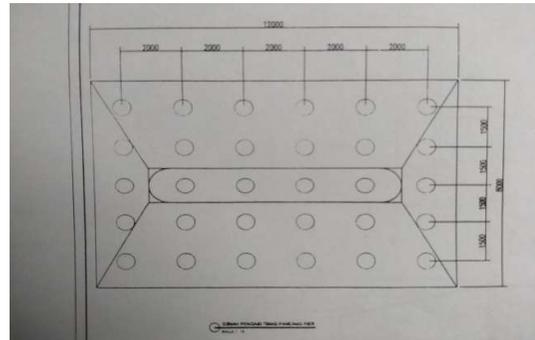
3.1. Site Plan

a. Abutment



Gambar 2. Site Plan Abutment
Sumber : Hasil data penelitian, 2020

b. Pier



Gambar 3. Site Plan Pier

c. Harga Upah dan Bahan

Dalam menghitung biaya dan produktivitas alat berat maka dibutuhkan data-data pendukung seperti harga upah dan bahan. Harga upah dan bahan dalam penelitian ini didasarkan pada analisa harga satuan pekerjaan kota Kendari. Adapun data upah dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. Harga Satuan Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerja	Jam	2.008	12.857	25.714
2	Tukang	Jam	0.502	14.285	7.17107
3	Mandor	Jam	0.251	17.142	4.302642
4	Operator	Jam	0.251	17.142	3.302641
Total					41.49035

Sumber : Hasil data penelitian, 2020

3.2. Analisis Kebutuhan Waktu & biaya

a. Pile Driver + Hammer

1) Kebutuhan Waktu Pemancangan

Diketahui :

Jumlah titik pancang = 60 titik

Kedalaman pancang untuk 1 titik = 36 meter

Jumlah kedalaman pancang keseluruhan = 60 x 36 = 2.160

Jam kerja efektif per-hari (Tk) = 8 jam/hari

Panjang tiang (P) = 12 meter

Kapasitas alat (V1) = 1 titik

Faktor efisiensi alat ($F_a = 0.83$), dapat dilihat pada tabel 1)
 Waktu penggeseran dan penyetelan tiang (T_1) = 45 menit
 Waktu pemancangan sampai kalendering (T_2) = 75 menit
 Waktu penyambungan tiang (T_3) = 20 menit
 Waktu siklus (T_{s1}) = 140 menit
 Berdasarkan data diatas, maka kapasitas produksi alat (Q_1) dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Kap. Prod./jam} &= \frac{V_1 \times P \times F_a \times 60}{T_{s1}} \\ &= \frac{1 \times 12 \times 0.83 \times 60}{140} \\ &= 4,2 \text{ meter/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi tiang dalam 1 hari} &= T_k \times Q_1 \\ &= 8 \times 4,2 \\ &= 33,6 \text{ meter/hari} \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemancangan adalah :
 Jumlah titik pancang x kedalaman pancang / produksi tiang perhari.

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemancangan} &= \frac{\text{jumlah titik x kedalaman}}{\text{Produksi tiang per hari}} \\ &= \frac{60 \times 36}{33,6} \\ &= 72, 576 \text{ hari} = 73 \text{ hari} \end{aligned}$$

2) Kebutuhan biaya sewa alat

Tabel 3. Harga Sewa Alat

Alat	Harga Sewa/Jam (Rp)	Kebutuhan Waktu (Jam)
Crane Service	220.000	
Diesel Hammer	150.000	584
Ponton	500.000	

3) Upah Tenaga

Diketahui :

- a) Upah mandor = Rp 17.142/jam
 Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
 Waktu pekerjaan = 73 hari
 Maka upah untuk mandor dengan waktu pekerjaan 73 hari adalah = $17.142 \times 8 \times 73$
 = Rp. 10.010.928
- b) Upah tukang = Rp. 14.285/jam
 Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
 Waktu pekerjaan pemancangan = 73 hari

Maka upah untuk tukang dengan waktu pekerjaan selama 73 hari adalah = $14.285 \times 8 \times 73$
 = Rp. 8.342.440

- c) Upah pekerja = Rp. 12.857/jam
 Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
 Waktu pekerjaan = 73 hari
 Maka upah untuk pekerja dengan waktu pekerjaan selama 73 hari adalah = $12.857 \times 8 \times 73$
 = Rp. 7.508.488
 = $7.508.488 \times 10$ pekerja
 = Rp. 75.084.880

- d) Upah Operator = 17.142/jam
 Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
 Waktu pekerjaan = 73 hari
 Maka upah untuk mandor dengan waktu pekerjaan 74 hari adalah = $17.142 \times 8 \times 73$
 = Rp. 10.010.928

Total upah tenaga Upah mandor + upah tukang + upah pekerja + upah operator
 = Rp. 10.010.928 + Rp. 8.342.440 +
 Rp. 75.084.880 + Rp. 10.010.928
 = Rp. 103.449.176

b. Hydraulic Hammer

1) Kebutuhan waktu pemancangan

Berdasarkan spesifikasi alat, maka produktifitas alat adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kap. prod.} &= \frac{36 \times 1,2}{1 \times 0,2 \times 60 \times 0,83} \\ &= \frac{43,2}{9,96} \\ &= 4,33 \text{ meter/jam} \end{aligned}$$

Maka *waktu* produksi tiang perhari adalah : Jam kerja efektif x kap. Produksi = $8 \times 4,33$
 = 34,64 meter/hari

Total waktu pemancangan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemancangan} &= \frac{\text{jumlah titik x kedalaman}}{\text{produksi perhari}} \\ &= \frac{60 \times 36}{34,64} \\ &= 62,35 = 63 \text{ hari} \end{aligned}$$

2) Biaya Operasional Alat

Tabel 4. Harga Sewa Alat

Alat	Harga Sewa/Jam (Rp)	Kebutuhan Waktu (Jam)
Crane Service	220.000	
Diesel Hammer	200.000	504
Ponton	500.000	

3) Upah tenaga

Diketahui :

- a) Upah mandor = Rp 17.142/jam
Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
Waktu pekerjaan = 63 hari
Maka upah untuk mandor dengan waktu pekerjaan 63 hari adalah = $17.142 \times 8 \times 63$
= Rp. 8.502.432
- b) Upah tukang = Rp. 14.285/jam
Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
Waktu pekerjaan pemancangan = 63 hari
Maka upah untuk tukang dengan waktu pekerjaan selama 73 hari adalah = $14.285 \times 8 \times 63$
= Rp. 7.199.640
- c) Upah pekerja = Rp. 12.857/jam
Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
Waktu pekerjaan = 63 hari
Maka upah untuk pekerja dengan waktu pekerjaan selama 73 hari adalah = $12.857 \times 8 \times 63$
= Rp. 6.479.928
= $6.479.928 \times 10$ pekerja
= Rp. 64.799.28
- d) Upah Operator = 17.142/jam
Jam kerja efektif per-hari = 8 jam
Waktu pekerjaan = 63 hari
Maka upah untuk mandor dengan waktu pekerjaan 63 hari adalah = $17.142 \times 8 \times 63$
= Rp. 8.639.568
Total upah tenaga Upah mandor + upah tukang + upah pekerja + upah operator :
= Rp. 8.639.568 + Rp. 7.199.640 + Rp. 64.799.280 + Rp. 8.639.568
= Rp. 89.278.056

3.3. Rekapitulasi**a. Diesel Hammer****Tabel 5.** Rekapitulasi anggaran alat *diesel hammer*

No	Jenis Kebutuhan	Sewa/Upah (Rp)
1	Diesel Hammer	87.600.000
2	Crane Service	128.480.000
3	Ponton	274.000.000
4	Mandor	10.010.928
5	Pekerja	75.084.880
6	Operator	10.010.928
7	Tukang	8.342.440
Total sewa/Upah		Rp. 593.529.176

Sumber : Analisa Data, 2020

b. Hydraulic Hammer**Tabel 6.** Rekapitulasi anggaran *Hydraulic Hammer*

No	Jenis Kebutuhan	Sewa/Upah (Rp)
1	Hydraulic Hammer	100.800.000
2	Crane Service	110.880.000
3	Ponton	252.000.000
4	Mandor	8.639.568
5	Pekerja	64.799.280
6	Operator	8.639.568
7	Tukang	7.199.640
Total sewa/Upah		Rp. 552.958.056

Sumber : Analisa Data, 2020

3.4. Pembahasan

Berdasarkan tujuan dari pada penulisan tugas akhir ini terkait waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan pemancangan, selanjutnya penjelasannya akan dibahas pada sub bab berikut.

a. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Sebuah proyek pembangunan akan sangat memperhatikan aspek waktu dan biaya pekerjaan, karena hal ini sangat berpengaruh pada nilai ekonomis dalam pembangunan. Waktu pelaksanaan pekerjaan pemancangan menggunakan diesel hammer dari hasil studi kasus ini berdasarkan hasil perhitungan membutuhkan waktu selama 73 hari kalender. Sedangkan menggunakan alat pancang hydraulic hammer membutuhkan waktu selama 63 hari

kalender dengan selisih waktu 10 hari lebih cepat dibanding diesel hammer.

b. Biaya pekerjaan Diesel dan Hydraulic Hammer

Besarnya biaya pekerjaan pemancangan tergantung pada jenis alat serta kapasitas produksi dari masing-masing alat tersebut. Pada studi kasus ini menggunakan alat pancang diesel hammer dan hydraulic hammer. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan biaya pekerjaan pancang dengan diesel hammer sebagai berikut: Untuk upah mandor Rp. 10.010.928, upah tukang Rp. 8.342.440, upah pekerja Rp. 75.084.880, upah operator Rp. 10.010.928, yang total biaya keseluruhan adalah Rp. 99.449.176 dan biaya untuk sewa alat diesel sebesar Rp. 87.600.000, crane Rp. 128.480.000, ponton Rp. 274.000.000 sedangkan hydraulic hammer untuk upah mandor Rp. 8.639.568, Rp. 7.199.640 untuk upah tukang, Rp. 64.799.280 untuk upah pekerja, upah operatr Rp. 8.639.568 dengan total keseluruhan adalah Rp. 89.278.056. dan biaya untuk sewa alat hidrolik sebesar Rp. 91.200.000, crane Rp. 110.880.000, ponton Rp. 252.000.000

4. Penutup

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa efisiensi produktivitas dan biaya operasional alat berat pada proyek Pembangunan Jembatan Sungai Kambu (Kel. Lalolara, Kecamatan Kambu, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara) dengan memfokuskan pada item pekerjaan pemancangan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Waktu pelaksanaan pekerjaan pemancangan tiang pancang jembatan dari perhitungan yakni dengan menggunakan alat diesel hammer membutuhkan waktu 73 (tujuh puluh tiga) hari kalender sedangkan hydraulic hammer membutuhkan waktu 63 (enam puluh tiga) hari kalender.
- 2) Biaya pelaksanaan sewa alat dan upah tenaga dengan menggunakan alat diesel hammer adalah sebesar **Rp.593.529.176**, sedangkan hydraulic hammer **Rp. 552.958.056**

b. Saran

Adapun yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pekerjaan agar sesuai dengan yang direncanakan antara lain yaitu :

- 1) Produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan pemancangan sangat berpengaruh terhadap waktu dan biaya pekerjaan. Oleh karena itu, disarankan untuk memperhatikan kapasitas produksi alat guna mengefisienkan waktu dan biaya pekerjaan.
- 2) Dianjurkan kepada kontraktor untuk faktor efisiensi alat yang dipergunakan sebaiknya sesuai dengan kondisi keadaan alat, operator, pemeliharaan alat dan kondisi lapangan yang sebenarnya.

Daftar Pustaka

- [1] Ashworth Allan., 1994. *Perencanaan Biaya Bangunan Gedung*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [2] Bowles, J.E 1991. *Analisa dan Desain Pondasi : Edisi Ketiga Jilid 2*. Erlangga, Jakarta.
- [3] Hardiyatmo, H.C. 2006. *Teknik Pondasi 2 : Edisi Keiga*. Beta Offset, Yogyakarta.
- [4] <https://theplaceboston.com/type-type-pondasi-berdasar-kedalamannya>.
- [5] <http://m.dekoruma.com/Jartikel/84967/mengenal-pondasi-tiang-pancang>
- [6] <http://beton.co.id/drophammer.html>
- [7] <https://vulcanhammer.info/2017/09/14/vibratory-and-impact-vibration-hammer-technology/amp>
- [8] <http://rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/06/pondasi-tiang-pancang-pile-foundation.html>
- [9] <http://sci-geoteknik.blogspot.com/2013/03/pondasi-tiang-pancang-pile-foundation.html>
- [10] Ibrahim, Bachtiar. 1993. *Rencana dan Estimate Real Of Cost*. Bumi Aksara, Jakarta.
- [11] Soeharto, 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- [12] Sastraatmaja Soedrajat, 1984. *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Nova, Bandung.
- [13] Selamat, Saksono., 2001, *Administrasi Kepegawaian*, Yogyakarta : Kanisius.