**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

**2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas pada alat *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* Dan *Diesel Hammer Pile* dari segi waktu dan biaya supaya dapat digunakan metode pelaksanaan pemancangan dengan alat yang efektif dan efisien. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan pada pelaksanaan pemancangan dan biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan tersebut. Adapun 3 tinjauan pustaka yang dapat di jadikan referensi untuk penulis skripsi ini, yakni sebagai berikut :

Penelitian yang dilakukan oleh Jauzan Luky Wardana (2015) tentang Analisis Produktivitas dan Biaya Pada Pemancangan Tiang Pancang Yang Menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver* Dan *Drop Hammer*, diperoleh kesimpulan bahwa pada pembangunan Apartemen Grand Pakubuwono Terrace , Alat pancang *Hydraulic Static Pile Driver* cocok untuk aktivitas pemancangan di tengah kota/kawasan rumah pemukiman padat penduduk karena getaran yang dihasilkan oleh alat tersebut sangat kecil sedangkan alat *Drop Hammer* cocok untuk aktivitas pemancangan yang berada di lokasi yang luas/jauh dari rumah-rumah atau pemukiman karena getaran, polusi suara dan polusi udara yang dihasilkan alat tersebut sangat besar. Untuk produktivitas pemancangan akan lebih cepat bila menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver* karena mampu lebih cepat dalam memancang dari *Drop Hammer*. Produktivitas yang dihasilkan dari pemancangan dengan Hydraulic Static Pile Driver 0,417 meter/menit sedangkan *Drop Hammer* yaitu 0,200 meter/menit. Dari perhitungan produktivitas kedua alat dapat diketahui berapa hasil pemancangan tiang dalam satu hari (10 jam kerja). Untuk *Hydraulic Static Pile Driver* mampu memancang tiang sebanyak 10 tiang per hari dengan tiang atas 15 dan bawah 15 meter dengan biaya sewa Rp 617.500 per Jam sedangkan untuk *Drop Hammer* mampu memancang tiang sebanyak 8 tiang per hari dengan tiang atas 8 dan bawah 15 meter dengan biaya sewa Rp 328.000 per Jam. Dari segi produktivitas pemancangan, dapat dilihat *Hydraulic Static Pile Driver* lebih efisien dengan per hari mampu memancang 300 meter kedalaman tiang namun dari segi biaya *Drop Hammer* lebih efisien.

### Penelitian yang dilakukan oleh Nur Lathifah Dwi Fitrianti (2014) tentang Perbandingan Efisiensi Kerja Alat *Diesel Hammer* Dengan *Hydraulic Hammer* Pada Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang Dari Segi Waktu dan Biaya (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jember Sport Center), diperoleh kesimpulan bahwa Produktivitas yang dihasilkan dari pemancangan dengan *Diesel Hammer* 0,75 meter/menit sedangkan *Hydraulic Hammer* yaitu 0,906 meter/menit. Sehingga waktu pemancangan lebih cepat dilakukan dengan menggunakan *Hydraulic Hammer*. Dari perhitungan produktivitas kedua alat dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk proses pemancangan dengan jumlah 976 titik tiang pancang dan kedalaman 10 meter. Untuk *Diesel Hammer* dibutuhkan waktu total 197,014 jam dengan biaya Rp. 38.444.819,00 sedangkan pemancangan dengan menggunakan *Hydraulic Hammer* membutuhkan waktu total 169,255 jam dengan biaya Rp. 41.134.540,00. Dari segi waktu pemancangan, dapat dilihat *Hydraulic Hammer* lebih efisien namun dari segi biaya *Diesel Hammer* masih lebih efisien.

### Penelitian yang dilakukan oleh Risanto Tedjokusumo, Verryanto Goenawan, Paravita S. Wulandari, Jonathan Hendra Kusuma (2013) Perbandingan Produktivitas Alat *Hydraulic Hammer* dan *Jack In Pile* Di Surabaya, diperoleh kesimpulan bahwa Produktivitas untuk alat *hydraulic hammer* dan *jack in pile* untuk setiap wilayah masih masuk dalam produktivitas ideal alat pancang yaitu sebesar 150-200 meter/hari. Dilakukan perhitungan produktivitas dari setiap alat pancang sesuai dengan wilayah pemancangannya yang di mulai dari pemancangan di wilayah Surabaya Utara, Barat, Timur, kemudian wilayah Surabaya Selatan. Perhitungan menggunakan berita acara pemancangan yang didapat selama proyek berjalan. Kemudian digunakan rumus persamaan produktivitas :

### Produktivitas = output / input

### untuk mencari hasil produktivitas, dimana output dalam persamaan ini adalah jumlah total kedalaman seluruh tiang pancang yang didapat selama pemancangan dan input adalah total hari kerja pemancangan dalam setiap proyek. Tabel 2.1 menunjukan hasil produktivitas pemancangan dalam meter/hari dari tiap alat *hydraulic hammer* dan *jack in pile* di wilayah Surabaya.

### Tabel 2.1 Produktivitas Pemancangan di Setiap Wilayah Surabaya

|  |  |
| --- | --- |
| Wilayah | Alat Pancang |
| *Hydraulic Hammer* (meter/hari) | *Jack in Pile* (meter/hari) |
| Utara | 249,36 | 162 |
| Barat | 162,50 | 161,13 |
| Timur | 232,72 | 179,96 |
| Selatan | 249,4 | 156,798 |

### Dari Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa nilai produktivitas untuk alat hydraulic hammer paling tinggi ada di wilayah Surabaya Utara dan Surabaya Selatan yang nilainya mencapai 250 meter/hari, sedangkan untuk nilai produktivitas alat *jack in pile* paling tinggi ada di wilayah Surabaya Timur yang nilainya 179,96 meter/hari.

**2.2. Pengertian Manajemen Proyek Konstruksi**

 Manajemen proyek konstruksi adalah suatu cara/metode untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan/infrastruktur yang dibatasi oleh waktu dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif melalui tindakan-tindakan perencanaan (*Planning*), pengorganisasian (*Organizing*), pelaksanaan (*Actuating*), dan pengawasan (*Controlling*) “POAC” yang bisa dilihat di diagram 2.1 berikut ini :

**Gambar 2.1** Diagram proses Hubungan Manajemen

(sumber : modul kuliah sistem manajemen konstruksi, 2015)

Beberapa insinyur juga mendefinisikan manajemen sebagai suatu PDCA yaitu : *Plan* (Perencanaan), *Do* (Pelaksanaan), *Check* (Pengawasan), *Act* (Pengevaluasian) yang bisa dilihat didiagram 2.2 berikut ini :

**Gambar 2.2** Diagram Proses Hubungan Manajemen

(sumber : modul kuliah sistem manajemen konstruksi, 2015)

**Tabel 2.2** Fungsi POAC dan PDCA

|  |  |
| --- | --- |
| **PDCA** | **POAC** |
| *Plan* | Merencanakan, mendefinisikan, dan menganalisa masalah serta mencari akar permasalahan | *Planning* | Merencanakan, mendefinisikan, dan menganalisa isu strategis, menetapkan tujuan serta membuat perencanaan strategis |
| *Do* | Menetapkan solusi, mengembangkan rencana untuk mengatasinya serta melaksanakan langkah secara sistematis untuk menyelesaikan masalah | *Organizing* | Membentuk kelompok, tim atau organisasi, alokasi sumber daya dan tugas-tugas untuk melaksanakan rencana berdasarkan strategi yang telah di tetapkan |
| *Check* | Memeriksa realisasi pelaksanaan telah sesuai dengan rencana dan mengidentifikasikan divisiasi terhadap rencana | *Actuating* | Melakukan pelaksanaan terhadap rencana yang telah di tetapkan sampai mencapai tujuan yang telah di tetapkan |
| *Act* | Melakukan standarisasi terhadap langkah-langkah membuat SOP/peraturan, melakukan review keseluruhan dan mencari hal-hal baru lainnya | *Controlling* | Melakukan pemeriksaan, pengawasan terhadap proses pelaksanaan, membandingkan antara pelaksanaan dengan rencana dan memberi masukan untuk perbaikan |

(sumber : modul kuliah sistem manajemen konstruksi, 2015)

**2.2.1 Tujuan Manajemen Konstruksi**

Tujuan manajemen konstruksi adalah mengelola fungsi manajemen atau mengatur pelaksanaan pembangunan sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil optimal sesuai dengan persyaratan (*Spesification*) untuk keperluan pencapaian tujuan ini, perlu diperhatikan pula mengenai mutu bangunan, Biaya yang digunakan dan Waktu pelaksanaan. Dalam rangka pencapaian hasil ini selalu diusahakan pelaksanaan pengawasan mutu (*Quality Control*), pengawasan biaya (*Cost Control*) dan pengawasan waktu pelaksanaan (*Time Control*). Jadi dapat di simpulkan tujuan atau sasaran dari manajemen konstruksi adalah Biaya, Mutu, Waktu (BMW).

**2.2.2 Manfaat Manajemen Konstruksi**

Adapun manfaat manajemen konstruksi dilihat dari beberapa segi, yakni sebagai berikut :

1. Segi Biaya Proyek
2. Biaya optimal proyek dapat dicapai karena tim MK sudah berpartisipasi pada tahap perencanaan.
3. Biaya pembangunan keseluruhan proyek dapat dihemat karena tidak ada pembebanan ganda dari keuntungan Kontraktor, dan Sub kontraktornya.
4. Segi Waktu
5. Dengan sistem *Fast Track*.
 Waktu yang dipergunakan untuk perencanaan dan rancangan bangunan dapat lebih panjang sebingga kualitas desain semakin sempurna.
6. Pengadaan material/peralatan import dapat diukur secara dini sehingga kemungkinan terlambat karena proses import dapat dihindarkan.
7. Segi Kualitas
8. Mutu lebih terjamin karena tim MK ikut membantu kontraktor dalam hal metode pelaksanaan , implementsi, dan *Quality Control*.
9. Mutu dan kemampuan kontraktor spesialis lebih terseleksi oleh pemilik proyek dibantu dengan tim MK.
10. Kesempatan untuk penyempurnaan rancangan relative banyak karena paket yang dilelang dilakukan secara bertahap dan paket per paket.
11. Segi Program Pemerintah
12. Pemerataan kesempatan pekerjaan dengan paket-paket kepada pengusaha kontraktor  yang baru berkembang dapat direalisir.
13. Pemilik proyek tidak perlu menyediakan banyak staf karena praktis semua keinginannya dapat ditangani dengan baik melalui pendekatan metode MK.

**2.3 Pengelolaan Waktu atau Jadwal**

 Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian, misalnya penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar, dan lain-lain. Pengelolaan waktu mempunyai tujuan utama agar proyek diselesaikan sesuai atau lebih cepat dari rencana dengan memperhatikan batasan biaya, mutu dan lingkup proyek.

 Salah satu teknik spesifik untuk pengendalian waktu proyek adalah mengelola *float* atau *slack* pada jaringan kerja, serta konsep cadangan waktu (*time reseved*). Pihak Pelaksana dari suatu proyek biasanya membuat suatu jadwal waktu kegiatan atau *time schedule*. Jadwal waktu kegiatan adalah urutan-urutan kerja yang berisi tentang :

1. Jenis pekerjaan yang diselesaikan
2. Waktu bilamana suatu pekerjaan dimulai dan diakhiri

 Dengan adanya jadwal waktu proyek ini pimpinan proyek dapat mengetahui dengan jelas rencana kerja yang akan dilaksanakan, sehingga kontinuitas dapat terpelihara. Hal ini mempermudah pimpinan proyek untuk mengkoordinasikan unit-unit pekerjaan sehingga diperoleh efisiensi kerja tinggi. Secara umum jadwal kegiatan mempunyai manfaat-manfaat antara lain :

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan atau kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir di masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

 Sebagai pertimbangan yang harus diperhatikan dalam pembuatan jadwal waktu pelaksanaan proyek adalah :

1. Situasi dan kondisi lapangan, dimaksudkan untuk mengetahui hambatan-hambatan dan kemudahan yang terdapat di lapangan.
2. Faktor cuaca yang akan berpengaruh terhadap prestasi kerja.
3. Sumber daya yang dimiliki oleh pelaksana seperti tenaga kerja, kemampuan dan keterampilan tenaga kerja dan kapasitas alat kerja.
4. Macam dan volume pekerjaan yang akan dilaksanakan.
5. Batasan waktu yang di berikan oleh pemberi tugas.
6. Spesifikasi pekerjaan dilihat dari bestek yang di rencanakan, maksudnya dari bestek dapat di tentukan pekerjaan apa saja yang harus di dahulukan dan harus mendapatkan prioritas kualitas tertentu.

 Pada tulisan ini waktu yang akan dibandingkan adalah waktu yang di butuhkan untuk pekerjaan pemasangan dalam kurun waktu 7 hari dari awal pekerjaan pemancangan hingga selesai menggunakan alat *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* dan *Diesel Hammer Pile*.

**2.4 Biaya Proyek**

Biaya Proyek dikelompokkan menjadi dua komponen yaitu biaya langsung (*Direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

* + 1. **Biaya Langsung (*Direct Cost*)**

Yang dimaksud dengan biaya langsung adalah biaya yang berhubungan dengan konstruksi/bangunan. Adapun 3 jenis biaya langsung, yaitu biaya untuk bahan/material, biaya untuk upah buruh/*Manpower*, dan biaya untuk penggunaan alat berat.

1. Biaya Untuk Bahan/Material

Untuk menghitung biaya langsung mengenai bahan bangunan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Bahan sisa/yang terbuang (*waste*)
2. Harga *loco* atau *franco* (ongkos kirim)
3. Cari harga terbaik yang masih memenuhi syarat bestek (gambar *Detail Engineering Design*)
4. Cara pembayaran kepada penjual (*supplier*)
5. Biaya Untuk Upah Buruh/*Labor*/*Man Power*

Untuk menghitung biaya langsung mengenai upah buruh bangunan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

Untuk menghitung upah buruh dibedakan dalam :

1. Upah Harian

Besarnya upah yang dibayarkan per satuan waktu, misalnya harian. Pembayaran upah tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.

1. Upah Borongan

Besar upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.

1. Upah Berdasarkan Produktivitas

Besar jenis upah ini tergantung atas banyak pekerjaan yang dapat di selesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.

Selain tarif upah perlu juga diperhatikan faktor-faktor kemampuan dan kapasitas kerjanya. Perlu diketahui apakah buruh atau mandor dapat diperoleh.dari daerah sekitar lokasi proyek atau tidak. Bila tidak, berarti harus didatangkan buruh dari daerah asal maupun daerah lain ke lokasi proyek, penginapan, gaji ekstra dan lain sebagainya. Undang-undang perburuhan yang berlaku perlu diperhatikan.

1. Biaya Untuk Penggunaan Alat Berat

Di dalam suatu proyek konstruksi alat - alat berat yang digunakan dapat berasal dari bermacam-macam sumber, antara lain alat berat yang dibeli oleh kontraktor, alat berat yang disewa-beli oleh kontraktor, dan alat berat yang disewa oleh kontraktor. Alat berat yang dimiliki sendiri oleh perusahaan konstruksi akan sangat menguntungkan dalam memenangkan tender proyek konstruksi dan perlu menyelesaikan proyek yang ada. Akan tetapi dalam kepemilikan alat berat perlu suatu pertimbangan apakah perusahaan akan menggunakannya secara kontinu atau tidak. Jika alat digunakan secara terus menerus maka kepemilikan alat akan menjadi beban bagi perusahaan

* 1. Alat Berat yang Dibeli oleh Kontraktor

Kontraktor dapat saja membeli alat berat. Keuntungan dari pembelian ini adalah biaya pemakaian per jam yang sangat kecil jika alat tersebut digunakan secara optimal. Dilihat dari segi keuntungan perusahaan, kepemilikan alat berat merupakan suatu faktor yang penting karena kadang-kadang pemilik proyek melihat kemampuan suatu kontraktor berdasarkan alat yang dimilikinya.

* 1. Alat berat yang disewa oleh kontraktor

Perbedaan dari alat berat yang disewa dengan disewa-beli adalah dari lamanya penyewaan. Alat berat yang disewa umumnya dalam jangka waktu yang tidak lama. Biaya pemakaian alat berat sewa adalah yang tertinggi, akan tetapi tidak akan berlangsung lama karena penyewaan dilakukan pada waktu yang singkat.

Biaya alat dibagi tiga kategori :

1. Biaya Kepemilikan Alat (*Ownership Cost*)
2. Biaya Pengoperasian Alat (*Operational Cost*)
3. Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

Untuk menghitung biaya langsung mengenai biaya peralatan untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi/bangunan pada alat berat perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Biaya Kepemilikan (*Ownership Cost*)

Biaya kepemilikan alat berat terdiri dari beberapa faktor :

* + Biaya dalam jumlah besar yang dikeluarkan karena membeli alat tersebut. Jika pemilik meminjam uang dari bank untuk membeli alat tersebut maka akan ada biaya terhadap bunga pinjaman.
	+ Depresiasi alat, sejalan dengan bertambahnya umur alat maka ada penurunan nilai alat.
	+ Pajak
	+ Biaya yang dikeluarkan pemilik untuk membayar asuransi alat
	+ Biaya yang harus dikeluarkan untuk menyediakan tempat penyimpanan alat berat

Depresiasi adalah penurunan nilai alat yang dikarenakan adanya kerusakan, pengurangan, dan harga pasaran alat. Perhitungan depresiasi diperlukan untuk mengetahui nilai alat setelah pemakaian alat tersebut selama suatu masa tertentu. Selain itu bagi pemilik alat, dengan mengitung depresiasi alat tersebut maka pemilik dapat memperhitungkan modal yang akan dikeluarkan di masa alat sudah tidak dapat digunakan dan alat baru harus dibeli.

1. Biaya Operasional (*Operation Cost*)

Biaya pengoperasian alat akan timbul setiap saat alat berat dipakai. Biaya pengoperasian alat berat meliputi biaya bahan bakar, perawatan dan perbaikan. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoperasian alat serta *helper* atau asisten operator yang membantu operator dalam pelaksanaan.

1. Bahan Bakar

Jumlah bahan bakar untuk alat berat yang menggunakan bensin atau solar berbeda-beda.Dalam biaya pengoperasian alat, terdapat kebutuhan bahan bakar yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

1. Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

Biaya perawatan adalah suatu tindakan yang dilakukan dalam rangka mempertahankan atau mengendalikan suatu peralatan pada kondisi yang dapat diterima sampai dengan umur rencana yang telah ditentukan. Perlunya dilakukan perawatan agar :

* Kondisi mesin/unit tetap stabil, sehingga mempermudah dalam

perencanaan produksi.

* Untuk menentukan biaya produksi dan dapat memperhitungkan /

merencanakan anggaran.

* Memperpanjang umur mesin/unit.

Tujuan dilakukannya perawatan :

* Unit tersebut selalu dalam keadaan siap pakai.
* Menjaga agar kerusakan unit sekecil mungkin.
* Cost rendah : Maksudnya agar biaya operasi unit rendah ( dalam hal

perbaikan ).

Pekerjaan yang harus dilakukan :

* Pengontrolan.
* Penggantian.
* Penyetelan.
* Pebaikan.

**2.4.2 Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)**

Biaya tak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi/bangunan tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Terdapat 4 jenis biaya tidak langsung, yaitu biaya *overhead*, biaya *overhead* kantor,biaya tak terduga (*Contingencies*), dan keuntungan (*Profit*) :

1. Biaya *Overhead*

Biaya overhead merupakan biaya yang relatif besar dan sulit pengendaliannya, serta tidak mudah dibebankan secara langsung kepada suatu hasil produksi tertentu. Biaya *overhead* dapat digolongkan menjadi 2 jenis biaya yaitu :

1. *Overhead* Proyek (dilapangan), diantaranya adalah :
2. Biaya personil di lapangan
3. Fasilitas sementara proyek seperti biaya untuk pembuatan gudang, kantor, penerangan, pagar, komunikasi, transportasi.
4. Bank Garansi, bunga bank, ijin bangunan, pajak.
5. Peralatan kecil yang umumnya habis/terbuang setelah proyek selesai.
6. Foto-foto dan gambar jadi (*asbuild drawing*)
7. Kualitas kontrol, seperti tes tekan kubus/silinder beton, baja sondir, *boring*.
8. Rapat-rapat di lapangan
9. Biaya-biaya pengukuran.
10. *Overhead* Kantor

Adalah biaya untuk menjalankan suatu usaha, termasuk didalamnya seperti sewa kantor dan fasilitasnya, honor pegawai, ijin-ijin usaha, prakualifikasi, referensi bank, anggota asosiasi.

1. Biaya Tak Terduga/*Contigencies*

Biaya tak terduga adalah salah satu biaya tak langsung, yaitu biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin terjadi atau mungkin tidak. Misalnya naiknya muka air tanah, banjir, longsornya tanah dan sebagainya. Berapa biaya yang perlu kita sediakan untuk ini ? Ternyata lebih sulit dihitung dari pada biaya langsung. Pada umumnya biaya ini diperkirakan antara 0,5 sampai 5 % dari biaya total proyek. Yang termasuk dalam kondisi kontigencies adalah sebagai berikut :

1. Akibat Kesalahan

Kesalahan kontraktor dalam memasukkan beberapa pos pekerjaan, gambar yang kurang lengkap (misalnya ada di bestek, tetapi tidak tercantum pada gambar).

1. Ketidakpastian Subyektif

Ketidakpastian yang subyektif (*Subjective Uncertaintues*), timbul karena interpretasi subyektif terhadap bestek, misalnya tercantum dalam rencana kerja syarat-syarat.

1. Ketidakpastian Obyektif

Ketidak pastian yang obyektif adalah ketidakpastian tentang perlu tidaknya suatu pekerjaan, dimana ketidak pastian itu ditentukan oleh obyek diluar kemampuan manusia, misalnya : perlu tidaknya dipasang *sheet pile* untuk pembuatan pondasi. Dalam hal ini perlu tidaknya *sheet pile* ditentukan oleh faktor tinggi rendahnya muka air tanah pada waktu fondasi dibuat.

1. Variasi Efisiensi

Variasi efisiensi dari sumber daya yaitu efisiensi dari buruh, material dan peralatan.

1. Keuntungan/*Profit*

Keuntungan adalah hasil jerih payah dari keahlian, ditambah hasil dari faktor resiko. Semua jenis biaya diatas adalah biaya yang mau tidak mau harus dikeluarkan. Maka satu-satunya yang dapat kita tambah atau dikurangi adalah keuntungan. Bila kita ingin memenangkan suatu tender sedangkan saingan cukup banyak, maka kita berani untuk menurunkan harga penawaran dengan mengurangi keuntungan.

* 1. **Analisa Harga Satuan**

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan detail dari penggunaan sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan) untuk dapat menyelesaikan satu item pekerjaan merupakan penjumlahan dari semua biaya sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Untuk mengetahui jumlah biaya yang diperlukan dalam sebuah proyek dibutuhkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Rencana anggaran biaya proyek adalah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan suatu proyek. Rencana anggaran biaya (RAB) merupakan pekerjaan perencanaan yang dapat menjembatani antara kebutuhan desain dan anggaran yang tersedia sehingga suatu pekerjaan sesuai dengan yang diharapkan. RAB dapat digunakan sebagai acuan dan media kontrol dalam pekerjaan pembangunan karena setiap jenis pekerjaan berbeda satu dengan yang lain dan kebutuhan material serta kualitas pekerjaannya pun berbeda pula. Perhitungan RAB secara keseluruhan dapat dicari dengan rumus :

RAB : ∑ (VOLUME x HARGA SATUAN PEKERJAAN)

* 1. **Fondasi Tiang Pancang**

**2.6.1 Pengertian Fondasi Tiang Pancang**

Fondasi tiang pancang (*pile foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Tiang pancang bentuknya panjang dan langsung yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (*steel*), dan beton. Tiang pancang yang terbuat dari bahan ini adalah dipukul, dibor atau di dongkrak ke dalam tanah dan dihubungkan dengan *pile cap* (*poer*). Tergantung juga pada tipe tanah, material dan karakteristik penyebaran beban tiang pancang diklasifikasikan berbeda-beda.

**2.6.2 Fungsi Tiang Pancang**

Tiang pancang umumnya digunakan:

1. Untuk meneruskan beban-beban konstruksi diatas tanah kedalam atau melalui sebuah stratum/lapisan tanah. Didalam hal ini beban vertikal dan beban lateral boleh jadi terlibat.
2. Untuk menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah dibawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling.
3. Memampatkan endapan-endapan tak berkohesi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
4. Mengontrol lendutan/penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
5. Membuat tanah dibawah fondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut.
6. Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan atau *pier*, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.
7. Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melalui air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagian dan yang terpengaruh oleh baik beban vertikal (dan tekuk) maupun beban lateral.

Pondasi tiang pancang dibuat ditempat lain (pabrik, dilokasi) dan baru dipancang sesuai dengan umur beton setelah 28 hari. Karena tegangan tarik beton adalah kecil, sedangkan berat sendiri beton adalah besar, maka tiang pancang beton ini haruslah diberi tulangan yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul ada waktu pengangkatan dan pemancangan.

**2.6.3 Tiang Pancang Beton**

**1. *Precast Prestressed Concrete Pile***

*Precast Prestressed Concrete Pile* adalah tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja penguat dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.



**Gambar 2.3** Tiang Pancang *Precast Prestressed Concrete Pile*

Keuntungan pemakaian *Precast Prestressed Concrete Pile*

1. Kapasitas beban pondasi yang dipikulnya tinggi.
2. Tiang pancang tahan terhadap karat.
3. Kemungkinan terjadinya pemancangan keras dapat terjadi.

Kerugian pemakaian *Precast Prestressed Concrete Pile*

1. Pondasi tiang pancang sukar untuk ditangani.
2. Biaya permulaan dari pembuatannya tinggi.
3. Pergeseran cukup banyak sehingga prategang sukar untuk disambung.
	* 1. **Jenis Pemukul Tiang Pancang**

Dalam pemasangan tiang kedalam tanah, tiang dipancang dengan alat pemukul yang dapat berupa pemukul (*hammer*) mesin uap, pemukul getar atau pemukul yang hanya dijatuhkan. Skema dari berbagai macam alat pemukul diperlihatkan dalam Gambar 2.4 sampai dengan 2.7 Pada gambar terebut diperlihatkan pula alat-alat perlengkapan pada kepala tiang dalam pemancangan. Penutup (*pile cap*) biasanya diletakkan menutup kepala tiang yang kadang-kadang dibentuk dalam geometri tertutup.

1. **Pemukul Jatuh (*Drop Hammer*)**

Pemukul jatuh terdiri dari blok pemberat yang dijatuhkan dari atas. Pemberat ditarik dengan tinggi jatuh tertentu kemudian dilepas dan menumbuk tiang. Pemakaian alat tipe ini membuat pelaksanaan pemancangan berjalan lambat, sehingga alat ini hanya dipakai pada volume pekerjaan pemancangan yang kecil.

1. **Pemukul Aksi Tiang (*Single-Acting Hammer*)**

Pemukul aksi tunggal berbentuk memanjang dengan ram yang bergerak naik oleh udara atau uap yang terkompresi, sedangkan gerakan turun ram disebabkan oleh beratnya sendiri. Energi pemukul aksi tunggal adalah sama dengan berat ram dikalikan tinggi jatuh (Gambar 2.4).



**Gambar 2.4** Pemukul Aksi Tiang (*Single-Acting Hammer*)

1. **Pemukul Aksi *Double* (*Double-Acting Hammer*)**

Pemukul aksi *double* menggunakan uap atau udara untuk mengangkat ram dan untuk mempercepat gerakan ke bawahnya (Gambar 2.5). Kecepatan pukulan dan energi output biasanya lebih tinggi daripada pemukul aksi tunggal.



**Gambar 2.5** Pemukul Aksi *Double* (*Double-Acting Hammer*)

1. **Pemukul Diesel (*Diesel Hammer*)**

Pemukul diesel terdiri dari silinder, ram, balok anvil dan sistem injeksi bahan bakar. Pemukul tipe ini umumnya kecil, ringan dan digerakkan dengan menggunakan bahan bakar minyak. Energi pemancangan total yang dihasilkan adalah jumlah benturan dari ram ditambah energi hasil dari ledakan (Gambar 2.6).



**Gambar 2.6** Pemukul Diesel (*Diesel Hammer*)

1. **Pemukul Getar (*Vibratory Hammer*)**

Pemukul getar merupakan unit alat pancang yang bergetar pada frekuensi

tinggi (Gambar 2.7).



**Gambar 2.7** Pemukul Getar (*Vibratory Hammer*)

Keterangan : Gambar 2.4, gambar 2.5, gambar 2.6, dan gambar 2.7 merupakan gambar alat pemukul tiang pancang

(Sumber : <http://rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/06/pondasi-tiang-> pancang-pile-foundation.html)

* 1. **Metode Konstruksi**

Secara umum pemakaian fondasi tiang pancang dipergunakan apabila tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban diatasnya, dan juga bila letak tanah keras yang memiliki daya dukung yang kuat terletak pada posisi yang dalam. Pada pelaksanaannya, metode konstruksi fondasi tiang pancang dapat di kerjakan menggunakan satu alat bor dan dua alat pancang, yaitu :

1. Dengan alat *Pre Boring*
2. Dengan alat *Hydraulic Static Pile Driver*
3. Dengan alat *Diesel Hammer Pile*
4. **Pekerjaan Pengeboran Menggunakan Alat *Pre Boring***

Pekerjaan *Preboring* adalah pekerjaan pendukung pemancangan dengan cara mengebor apabila tiang pancang tidak dapat menembus lapisan tertentu tanah, sehingga pancang dapat mencapai kedalaman yang diinginkan sesuai spesifikasi. Adapun metode pelaksanaan pekerjaan pengeboran sebelum pekerjaan tiang pancang dalam bentuk lampiran, serta spesifikasi alat *preboring* sebagai berikut :

**Spesifikasi Alat *Preboring***

Merk : KR80M

*Operating weight*  : 24 t

*Max. torque* : 80 kNm

*Kelly drilling, max. drilling depth* : 13.0 m

*Kelly drilling, max. drilling diameter* : 600 mm

Buatan Negara : China

1. **Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Alat *Hydraulic Static Pile Driver***

*Hydraulic Static Pile Driver ( HSPD )* atau *Jack In Pile* adalah suatu sistem pemancangan fondasi tiang yang dilakukan dengan cara menekan tiang pancang masuk ke dalam tanah dengan menggunakan dongkrak hidraulis yang diberi beban berupa *counterweight*. Pada proses pemancangan tiang dengan menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*, pelaksanaannya tidak menimbulkan getaran serta gaya tekan dongkrak hidraulis langsung dapat dibaca melalui sebuah manometer sehingga besarnya gaya tekan tiang setiap mencapai kedalaman tertentu dapat diketahui. Kapasitas alat pemancangan *HSPD* ini ada bermacam tipe yaitu 120 Ton, 320 Ton, 450 Ton , pemilihan alat disesuaikan dengan desain *load* / beban rencana tiang pancang. Untuk menghindari terjadinya penyimpangan prosedur kerja yang tak terkendali, maka prosedur kerja harus diikuti secara cermat. Oleh karena itu, segala perubahan atau penyesuaian yang dilakukan sebagai antisipasi atas kondisi lapangan hanya boleh dilaksanakan atas petunjuk dari site manager dan dengan persetujuan dari pemberi tugas atau wakil direksi pekerjaan di lapangan. Adapun tahap pelaksanaannya dalam lampiran, serta terdapat spesifikasi alat *Hydraulic Static Pile Driver* yakni sebagai berikut :

**Spesifikasi Hydraulic Static Pile Driver**

Merk : ZYJ460B-II

*Length* : 12800 mm

*Width* : 7345 mm

*Height* : 3100 mm

*M/min Max.piling speed* : 7.1

*Max round pile*  : 600 mm

*Max square pile*  : 600 mm

Buatan Negara : China

1. **Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Alat *Diesel Hammer Pile*.**

*Diesel Hammer Pile* adalah alat pancang yang menggunakan mesin diesel yang memiliki dua langkah besar. Bobotnya adalah piston, dan peralatan yang menghubungkan ke puncak tumpukan adalah silinder. *Piledriving* dimulai dengan menaikkan berat, biasanya kabel dari derek memegang *driver* tumpukan .Kemudian menarik ke dalam silinder. Bahan bakar diesel disuntikkan ke dalam silinder. Berat dijatuhkan, diturunkan secara cepat. Berat piston menekan campuran udara / bahan bakar, memanaskannya ke titik pengapian bahan bakar diesel. Campuran menyatu, mentransfer energi dari berat yang jatuh ke kepala tumpukan, dan menggerakkan berat ke atas. Meningkatnya berat menarik di udara, dan siklus berlanjut sampai bahan bakar habis atau dihentikan oleh kru.

Dari buku panduan *Army,* metode penggunaan *Diesel Hammer Pile* : *Start-up* awal *hammer* mengharuskan *piston* (dinaikkan) ke titik dimana letak titik pemancangan di tentukan dan secara otomatis *piston* di lepaskan, memungkinkannya jatuh. Ketika *piston* jatuh, ia mengaktifkan pompa bahan bakar, yang membuang sejumlah bahan bakar ke dalam panci bola dari blok benturan. *Piston* jatuh memblokir port knalpot, dan kompresi bahan bakar yang terperangkap di silinder dimulai. Udara terkompresi memberikan gaya pra-beban untuk menahan blok benturan dengan kuat terhadap tutup *drive* dan tumpukan. Di bagian bawah langkah kompresi, piston memukul blok benturan, mengkodekan bahan bakar dan memulai tumpukan pada gerakan ke bawahnya. Dalam sekejap setelah piston menyerang, bahan bakar yang dikabutkan menyatu, dan ledakan yang dihasilkan memberikan kekuatan yang lebih besar pada tumpukan yang sudah bergerak, mendorongnya lebih jauh ke tanah. Reaksi ledakan yang memantul dari tahanan tumpukan mendorong piston ke atas. Ketika piston naik, port buang terbuka, melepaskan gas buang ke atmosfer. Setelah piston menghentikan gerakan ke atas, ia kembali jatuh karena gravitasi untuk memulai siklus yang lain.

(Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Pile\_driver#Diesel\_hammer)

Adapun metode pelaksanaan *Diesel Hammer Pile* dalam lampiran, serta spesifikasi pada alat *Diesel Hammer Pile*.

**Spesifikasi *Diesel Hammer Pile***

Tipe : DD 55

*Cylinder Weight* : 5500 kg

*Max Cylinder Stroke* : 3 m

*Cylinder Diameter* : 510 mm

*Max Pile* : 600 mm

Buatan Negara : China