

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pondasi memiliki peranan penting untuk meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah di bawahnya yang apabila kekuatan tanah tidak mampu memikul beban pondasi, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi, hal tersebut akan menyebabkan kerusakan konstruksi yang berada di atas pondasi.

Uji beban tiang adalah suatu metode yang digunakan dalam pemeriksaan terhadap sejumlah beban yang dapat didukung oleh suatu struktur pondasi tiang. Uji beban diperlukan untuk membuktikan akurasi perhitungan desain kapasitas daya dukung tiang di lapangan. Dengan didukung *instrument monitoring system* yang memadai maka uji beban bisa berjalan dengan baik. Ada dua jenis metode uji beban, yaitu *Static Loading Test* dan *Pile Driving Analyzer*.

Pada study kasus kali ini, metode pengujian yang digunakan adalah *Static Loading Test*, dimana pengujian dilakukan di proyek Tsinghua Campus, Serangan, Denpasar.

Pemilihan metode pelaksanaan pengujian daya dukung tiang pondasi sangatlah penting karena berpengaruh pada waktu pelaksanaan dan biaya proyek. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan nantinya kontraktor lebih bisa mempertimbangkan pemilihan metode pelaksanaan pengujian daya dukung tiang pondasi agar tidak terjadi pembengkakan pada biaya proyek.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang diangkat dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tahapan pelaksanaan pengujian pondasi *bore pile* berdasarkan metode *Static Loding Test* dan *Pile Driving Analyzer* ?
2. Bagaimana perbandingan waktu dan biaya pengujian pondasi *bore pile* menggunakan metode *Satic Loding Test* dan *Pile Driving Analyzer* ?
3. Bagaimana perbandingan jumlah titik hasil *Pile Driving Analyzer* untuk mewakili hasil 1 titik *Satic Loding Test* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis adalah :

1. Dapat mengetahui bagaimana metode pelaksanaan pengujian daya dukung tiang hasil pengujian pondasi.
2. Dapat mengetahui perbandingan biaya dan waktu untuk pengujian pondasi dengan metode *Satic Loding Test* dan *Pile Driving Analyzer*.
3. Dapat mengetahui perbandingan jumlah titik hasil *Pile Driving Analyzer* untuk mewakili hasil 1 titik *Satic Loding Test*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1.4.1 Internal

- a. Mahasiswa dapat menerapkan atau mengaplikasikan teori-teori yang didapat selama kuliah.
- b. Dapat menambah wawasan atau pengetahuan tentang pengujian *Static*

### *Loding Test dan Pile Driving Analyzer*

#### 1.4.2 External

- a. Dapat dijadikan referensi atau acuan bagi penelitian selanjutnya.
- b. Dapat menjadi pertimbangan pemilihan metode yang tepat untuk pengujian daya dukung tiang pondasi yang menyesuaikan waktu, biaya dan akurasi ketepatan data hasil pengujian.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk membatasi masalah ini dan untuk menghasilkan uraian yang sistematis diperlukan pembatasan masalah dalam usaha ini yaitu :

1. Pondasi yang digunakan atau ditinjau untuk penelitian ini adalah pondasi *borepile*.
2. Pengujian *Static Loding Test* menggunakan metode *Cyclic Load Test Method* (improvisasi dari *Slow Maintained Load Test*).
3. RAB *Static Loding Test* termasuk mobilisasi dan demobilisasi peralatan yang digunakan untuk pengujian.
4. RAB *Pile Driving Analyzer* termasuk transport operator penguji.
5. Hasil uji perbandingan korelasi pengujian menggunakan hasil penelitian M Kosasi, DH Wijaya, GS Budi, 2014 Korelasi Daya Dukung Pondasi Tiang Antara *Static Loading Test* Dengan *Pile Driving Analyzer*

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan penelitian disusun sebagai berikut :

#### **BAB I Pendahuluan**

Pendahuluan merupakan bab pertama dari karya tulis. Bagian ini memberi

gambaran latar belakang pengambilan topik penelitian ini dilakukan.

## **BAB II Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka merupakan bagian yang sangat penting dari sebuah penelitian karena pada bab ini juga diungkapkan pemikiran atau teori-teori yang melandasi dilakukannya sebuah penelitian. Tinjauan pustaka dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi mencari, membaca dan menelaah laporan-laporan penelitian, jurnal-jurnal dan bahan pustaka lainnya yang membuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

## **BAB III Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam mengumpulkan informasi dan data-data serta melakukan *investigasi* pada data yang telah didapatkan. Metode penelitian memberi gambaran rancangan penelitian yaitu meliputi prosedur dan langkah-langkah yang harus dilakukan atau ditempuh, waktu penelitian, sumber data dan dengan langkah apa data tersebut didapatkan dan kemudian dianalisis menjadi suatu kajian.

## **BAB IV Pembahasan**

Bab ini berisikan pembahasan tentang bagaimana metode pelaksanaan pengujian *Static Loading Test* dan *Pile Driving Analyzer* pada pondasi *bore pile* dan tiang pancang yang berpengaruh kepada waktu dan biaya.

## **BAB V Penutup**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan akan memberi jawaban pertanyaan yang dirangkum pada rumusan masalah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Proyek**

##### **2.1.1 Pengertian Proyek**

Proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Berdasarkan pengertian diatas maka dapat terlihat adanya ciri pokok proyek sebagai berikut (Ahmad, Lilik Gani, 2016)

1. Bertujuan menghasilkan lingkup tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan.
3. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesai tugas, titik awal dan akhirnya ditentukan dengan jelas.
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Suatu proyek dikatakan berhasil jika ruang lingkup pekerjaan diselesaikan tepat pada waktunya dengan sumber daya manusia yang bekerja efektif dan efisien dan penggunaan biaya yang seminim mungkin. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan(*planning*) yang matang sebelum proyek dilaksanakan.

## 2.1.2 Tujuan Proyek

Tujuan proyek dikatakan berhasil ketika sebuah proyek dapat selesai dengan waktu yang telah di tentukan atau direncanakan, memenuhi persyaratan mutu sehingga dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan pelanggan (customer), dan kebutuhan biaya pengerjaan tidak melebihi anggaran biaya yang telah ditetapkan. Jadi dapat disimpulkan bawah tujuan proyek adalah tercapainya kepuasan pelanggan (*costumers*) dalam memenuhi kebutuhannya (Ahmad, Lilik Gani, 2016).

## 2.1.3 Jenis – Jenis Proyek

### 2.1.3.1 Proyek Engineering-Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan dalam bidang teknik sipil dan arsitektur. Komponen kegiatan utama jenis proyek ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi. Contoh proyek konstruksi, misalnya pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industri, dan lain – lain (Ahmad, Lilik Gani, 2016).



Gambar 2. 1 Proyek *Engineering-Konstruksi*  
Sumber : Ahmad, Lilik Gani, 2016

### 2.1.3.2 Proyek *Engineering-Manufactur*

Proyek manufaktur merupakan proses untuk menghasilkan produk baru. Kegiatan utamanya meliputi desain *engineering*, pengembangan produk ( produk *development* ), pengadaan, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan. Contoh proyek *manufactur* adalah pembuatan ketel uap, generator listrik, mesin pabrik, kendaraan mobil, dan lain sebagainya. Bila kegiatan manufaktur dilakukan berulang-ulang, rutin, dan menghasilkan produk yang sama dengan terdahulu, maka kegiatan ini tidak lagi diklasifikasikan sebagai proyek (Ahmad, Lilik Gani, 2016).



Gambar 2. 2 Proyek Genartor Listrik  
Sumber : Ahmad, Lilik Gani, 2016

### 2.1.3.3 Proyek penelitian dan pengembangan

Proyek penelitian dan pengembangan (*research & development*) adalah proyek yang bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan suatu produk tertentu. Dalam mengejar hasil akhir, proyek ini sering kali menempuh proses yang berubah-ubah demikian pula dengan lingkungannya (Ahmad, Lilik Gani, 2016).



Gambar 2. 3 Penelitian dan Pengembangan PT Sinar Mas Agro  
Sumber : Ahmad, Lilik Gani, 2016

#### 2.1.3.4 Proyek pelayanan manajemen

Banyak perusahaan memerlukan proyek pelayanan manajemen ini.

Diantaranya :

- a. Merancang sistem informasi manajemen, meliputi perangkat lunak maupun perangkat keras.
- b. Merancang program efisiensi dan penghematan.
- c. Diverifikasi, penggabungan dan pengambilalihan.

Proyek tersebut tidak membuahkan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir.

#### 2.1.3.5 Proyek Kapital

Berbagai badan usaha atau pemerintah memiliki kriteria tertentu untuk proyek kapital. Hal ini berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi. Contoh: pembebasan tanah, penyiapan lahan, pembelian material dan peralatan, manufaktur, pembangunan fasilitas produksi dan lain-lain(Ahadzie et al, 2007).

### 2.1.4 Kreteria dan Alat Ukur Keberhasilan Proyek

Defenisi keberhasilan proyek dapat dibagi menjadi dua faktor yaitu faktor primer dan faktor sekunder yang meliputi (Tambunan, Jhonson, 2012):

- a. Faktor primer meliputi: Proyek Tepat waktu, sesuai dengan anggaran, sesuai dengan kualitas yang diharapkan.
- b. Faktor Sekunder meliputi: Proyek dapat diterima dengan baik oleh pemilik, pemilik memperkenankan namanya dipakai sebagai referensi.

Kinerja keberhasilan dapat diukur dengan mempertimbangkan beberapa kriteria yaitu biaya, mutu, waktu, kepuasan pemilik, kepuasan perencana, kepuasan kontraktor, hasilnya fungsional, dan Varian proyek (Chan et al, 2004). Adapun kreteria dalam keberhasilan proyek diantaranya adalah :

#### 2.1.4.1 Biaya/Anggaran

Setiap proyek tergantung pada biaya atau anggaran. Anggaran proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Banyak peneliti menilai biaya sebagai kriteria keberhasilan yang sangat penting, di mana perencanaan anggaran biaya dan estimasi biaya yang tepat telah disebutkan sebagai faktor keberhasilan proyek (Sudarsana, D. K. (2008).

#### 2.1.4.2 Waktu/Jadwal

Waktu adalah kriteria yang digunakan sebagai patokan keberhasilan. Waktu dan Jadwal proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan dan direncanakan(Sudarsana, D. K. (2008).

#### 2.1.4.3 Mutu

Mutu adalah sifat dan karakteristik produk atau jasa yang telah memenuhi kebutuhan pelanggan atau pemakai (*customers*). Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sebagai contoh, bila hasil kegiatan proyek tersebut berupa instalasi pabrik, maka kriteria yang harus dipenuhi adalah pabrik harus mampu beroperasi secara memuaskan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut dengan *fit for the intended use* (Sudarsana, D. K. (2008)).

#### 2.1.4.4 Kinerja

Menurut Ervianto (2005), kinerja adalah suatu hasil kerja yang dicapai seseorang dalam melakukan tugas yang dibebankan kepadanya yang didasarkan atas kecakapan, pengalaman, kesungguhan, dan waktu.

Menurut Mangkunegara (2000), kinerja (prestasi kerja) adalah hasil kerja secara mutu dan kuantitas yang dicapai oleh seseorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya.

Menurut Dipohusodo (1995) Proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan. Dengan demikian, kinerja proyek dapat diartikan sebagai hasil kerja yang

dicapai dalam mengerahkan sumber daya yang tersedia yang diorganisir untuk mencapai tujuan dalam jangka waktu terbatas.

Keberhasilan proyek merupakan pemenuhan atau penyelesaian pekerjaan sesuai standar biaya, waktu (jadwal), dan mutu yang telah ditetapkan sebelumnya (Hughes, 2004). Dalam pelaksanaan proyek tentu mempunyai sasaran yang akan dituju. Menurut Soeharto (1995), sasaran adalah tujuan yang spesifik di mana semua kegiatan diarahkan dan diusahakan untuk mencapainya. Setiap proyek mempunyai tujuan yang berbeda, misalnya pembuatan rumah tinggal, jalan dan jembatan, ataupun instansi pabrik. Dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Dalam proses mencapai tujuan tersebut terdapat tiga sasaran pokok, yaitu besarnya biaya anggaran yang dialokasikan, jadwal kegiatan, dan mutu yang harus dipenuhi untuk mencapai suatu keberhasilan proyek.

## 2.2 Manajemen Proyek

Sudarsana, D. K. (2008). Manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri dari kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Tujuan manajemen adalah mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik, agar dengan sumber sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja secara komprehensif. Unsur unsur manajemen adalah sebagai berikut:

1. Tujuan yaitu sasaran yang hendak dicapai dalam optimasi biaya, mutu, waktu dan keselamatan.
2. Seorang pemimpin yang mengarahkan organisasi dalam mencapai sasaran dan tujuan.
3. Sumber daya yang terbatas seperti manusia, biaya, peralatan dan material.
4. Kegiatan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian.

Dapat disimpulkan manajemen proyek adalah sebagai suatu aplikasi dari pengetahuan, keahlian, alat dan pada aktivitas proyek tertentu untuk memenuhi persyaratan berlangsungnya sebuah proyek. Dengan kata lain, menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, dalam *budget*, dan sesuai persyaratan dan spesifikasi menurut *Project Management Institute* ( PMI ).

Manajemen proyek konstruksi memiliki beberapa fungsi antara lain :

1. Sebagai Quality Control untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan
2. Mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi lapangan yang tidak pasti dan mengatasi kendala terbatasnya waktu pelaksanaan
3. Memantau prestasi dan kemajuan proyek yang telah dicapai, hal itu dilakukan dengan opname (laporan) harian, mingguan dan bulanan
4. Hasil evaluasi dapat dijadikan tindakan pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang terjadi di lapangan
5. Fungsi manajerial dari manajemen merupakan sistem informasi yang baik untuk menganalisis performa di lapangan

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*).

### 2.2.1 Perencanaan Proyek

Sudarsana, D. K. (2008). Perencanaan adalah suatu tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administratif agar dapat di implementasikan.

Tujuan perencanaan adalah melakukan usaha untuk memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang ditentukan dalam batasan biaya, mutu, dan waktu ditambah dengan terjaminnya faktor keselamatan. Dalam perencanaan terdapat filosofi perencanaan :

1. Aman : keselamatan terjamin
2. Efektif : produk perencanaan berfungsi sesuai yang diharapkan
3. Efisien : produk yang dihasilkan hemat biaya
4. Mutu terjamin, tidak menyimpang dari spesifikasi yang ditentukan

### 2.2.2 Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan proyek adalah kegiatan pendirian, perbaikan, penambahan, perubahan, atau pemugaran konstruksi bangunan, instalasi

dan perlengkapan bangunan sesuai rencana teknis yang disusun. Kegiatan dalam pelaksanaan konstruksi ini meliputi rangkaian kegiatan yang dimulai dari penyiapan lapangan sampai dengan penyerahan hasil akhir pekerjaan konstruksi sebuah proyek.

Sebelum dilakukan pelaksanaan proyek perlu adanya persiapan agar dalam pelaksanaan proyek mendapat kelancaran. Ada beberapa acuan yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek yaitu dokumen kontrak, RAB dan RAP, gambar kerja, Spesifikasi teknik dan dokumen lainnya. Sehingga dalam pelaksanaan proyek tercapai target yang telah ditentukan.

### **2.2.3 Pengawasan Proyek**

Pengawas proyek konstruksi adalah penyedia jasa perseorangan atau badan usaha yang memiliki keahlian profesional di bidang pengawasan jasa konstruksi dari awal pelaksanaan pekerjaan konstruksi sampai selesai dan harus disesuaikan dengan bestek (peraturan dan syarat-syarat pelaksanaan suatu pekerjaan bangunan atau proyek).

Pekerjaan pengawasan proyek konstruksi lapangan biasa disebut "*Pengawasan Preventive*" yaitu meminimalkan kesalahan yang ada di lapangan sehingga tidak dapat mengakibatkan pembongkaran dan pengulangan pekerjaan yang tidak perlu karena kesalahan gambar, ataupun mutu pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan.

### **2.2.4 Pengendalian Proyek**

Pengendalian didefinisikan sebagai usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran dan tujuan perencanaan,

merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan penyimpangan, kemudian melakukan tindakan koreksi yang diperlukan agar sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran dan tujuan (Sudarsana, D. K. (2008).

Pengendalian proyek adalah sistem yang mengatur semua kegiatan dalam proyek dengan tujuan agar semua terlihat berfungsi secara optimal, sehingga pelaksanaan tepat waktu sesuai dengan jadwal proyek (*time schedule*), serta membuat terkoordinasi dengan baik agar dapat menghasilkan pekerjaan dengan kualitas yang sesuai dengan yang direncanakan.

### **2.2.5 Pelaporan Proyek**

Menurut Sudarsana, D. K. (2008). Pelaporan merupakan salah satu syarat terpenting untuk keberhasilan suatu pengendalian biaya proyek konstruksi. Laporan harus efektif dan mudah dipahami, untuk itu perlu dibuat ringkasan laporan atau rincian laporan berdasarkan keadaan nyata. Laporan lengkap belum sepenuhnya menjamin bahwa laporan tersebut dapat memberikan informasi secara efektif.

Prinsip dasar pelaporan yang dapat memberikan informasi secara efektif yaitu:

1. Selektifitas : Pemusatan perhatian pada operasi nyata.
2. Penyimpangan : Pengendalian pelaksanaan perlu memperhatikan kemungkinan timbulnya penyimpangan.

3. Peramalan : Memperhatikan masa silam untuk perencanaan masa yang akan datang.

Bentuk dari laporan itu sendiri berbeda-beda yaitu:

1. Laporan Lisan
  - a. Dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditetapkan.
  - b. Penyampaian laporan : Secara langsung, telepon, radio dan faksimile.
  - c. Dapat diikuti dengan peninjauan.
  - d. Manfaat : Dapat segera diselesaikan masalah-masalah yang timbul dalam pelaksanaan.
2. Laporan Tertulis
  - a. Dilakukan untuk keperluan pelaksanaan kegiatan proyek.
  - b. Dilakukan dalam bentuk formulir lengkap dengan petunjuk pengisiannya.
  - c. Waktu laporan disesuaikan dengan tingkat kebutuhannya :  
Laporan harian, laporan mingguan dan laporan bulanan.

### 2.2.6 Laporan Harian

Laporan harian proyek adalah suatu laporan yang dibuat oleh pelaksana lapangan yang mana dalam pembuatan laporan tersebut hanya dilakukan dalam 1 hari saja. Laporan harian berisi :

1. Jenis dan kuantitas bahan yang berada di lokasi pekerjaan
2. Penempatan tenaga kerja untuk tiap macam tugasnya
3. Jenis, jumlah dan kondisi peralatan

4. Jenis dan kuantitas pekerjaan yang dilaksanakan
5. Keadaan cuaca termasuk hujan, banjir dan peristiwa alam lainnya yang berpengaruh terhadap kelancaran pekerjaan
6. Catatan-catatan lain yang berkenaan dengan pelaksanaan.

| LAPORAN HARIAN  |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
|---|-------------------------------------|------------------|---------------------------|-------------|---|--------------|--------------|-----------|----------------|
| PEKERJAAN GALLIAN TAPAK PABRIK - PT. LUPAK DALAM ESTATE |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| Hari :  |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| Tanggal :   |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| A. PEKERJAAN  |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| NO  | KEGIATAN                            | LOKASI PEKERJAAN | JULIHAN (M <sup>3</sup> ) |             |   | KUANITITAS   | SAT          |           |                |
|   |                                     |                  | PANJANG                   | LEBAR       | TANGGI                                    |              |              |           |                |
| 1   | Felling/Clearing (Rawa)             |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>3</sup> |
| 2   | Making Main Road 6 M                |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>2</sup> |
| 3   | Making Collection Road 6 M          |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>2</sup> |
| 4   | Making Main Drain (3x3x2) M         |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>2</sup> |
| 5   | Making Collection Drain (2x2x1.5) M |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>2</sup> |
| 6   | Making Subsidiary Drain (1x1x1) M   |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>2</sup> |
| 7   | Making Terrace 4 M                  |                  |                           |             |   |              |              |           | M <sup>2</sup> |
| B. PERALATAN  |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| NO  | ALAT                                | PERALATAN        |                           | BAHAN BAKAR |   | PEMELIHARAAN |              |           |                |
|   |                                     | AWAL             | AKHIR                     | JENIS       | HOUR METER                                | OLI MESIN    | OLI HIDROLIK | GREASE    |                |
|   |                                     |                  |                           |             |   | (--- Jam)    | (--- Jam)    | (--- Jam) |                |
| 1   | Excavator                           | 940              | 954                       | Solar       | 4472                                      | 4632         |              |           |                |
| 2   | Buldozer                            | 1054             | 1059                      |             | 4472                                      | 4632         |              |           |                |
| 3   |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| C. BAHAN  |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| 1   | Base Course                         | M3               | 4                         | Besi        |   |              |              |           | Kg             |
| 2   | Homak                               | Ton              | 5                         |             |   |              |              |           |                |
| 3   | Semen                               | Zak              | 6                         |             |   |              |              |           |                |
| D. TENAGA KERJA   |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| 1   | Koordinator                         | 1                | Org                       | 4           | Tukang                                    |              |              |           | Org            |
| 2   | Operator                            | 4                | Org                       | 5           | Konk                                      |              |              |           | Org            |
| 3   | Helper                              | 2                | Org                       | 6           | Supir                                     |              |              |           | Org            |
| E. KONDISI PEKERJAAN                                    |                                     |                  |                           |             |   |              |              |           |                |
| WAKTU   |                                     | JAM              | CUACA                     | MULAI       | SELESAI                                   |              |              |           |                |
| MULAI   |                                     | 08.00            | CERAH                     | 08.00       | 17.00                                     |              |              |           |                |
| SELESAI   |                                     | 17.00            | HEJANG                    |             |   |              |              |           |                |
| Disiapkan Oleh :<br>PT. LUPAK DALAM ESTATE              |                                     |                  |                           |             | Dibuat Oleh :<br>PT. PRIMA SARANA MUSTIKA |              |              |           |                |

Gambar 2. 4 Contoh Laporan Harian Proyek  
Sumber : Sudarsana, D. K. (2008).

### 2.2.7. Laporan Mingguan

Laporan Mingguan Proyek tentu dalam membuat laporan mingguan sangat berbeda dari laporan harian proyek di atas. Sebab isi pada laporan mingguan proyek tentu harus lebih lengkap.

Jenis laporan mingguan proyek ini dibuat oleh teknik berdasarkan kondisi lapangan saat itu. Format yang terdapat pada laporan mingguan proyek ini biasanya mengikuti format RAB untuk item-item pekerjaan. Isi laporan tersebut diantaranya:

1. Volume RAB dan bobot yang terdapat pada masing-masing pekerjaan proyek.
2. Volume yang sudah dikerjakan pada minggu lalu, minggu ini dan total.
3. Bobot yang terdapat dalam persen di masing-masing item pekerjaan.
4. Nilai kumulatif progres pada minggu ini (dalam bentuk persen).

**LAPORAN MINGGUAN**

Minggu Ke : ..... Tanggal : ..... s/d ..... 20....

NAMA KEGIATAN : ..... NO./TGL. KONTRAK : .....  
 NAMA PEKERJAAN : ..... NO./TGL. AMANDEMEN : .....  
 PENYEDIA JASA : .....  
 WAKTU PELAKSANAAN : .....

| No. | Uraian Pekerjaan     | Sik | Volume Pekerjaan |               |                 | Bobot (%) | Waktu Pelaksanaan |            |                | Bobot Volume Pekerjaan |                      |
|-----|----------------------|-----|------------------|---------------|-----------------|-----------|-------------------|------------|----------------|------------------------|----------------------|
|     |                      |     | Sesuai Kontrak   | Sesuai h/c 0% | Sesuai h/c 100% |           | Minggu-Lalu       | Minggu ini | s/d Minggu ini | Terdapat Pekerjaan     | Terdapat Keseluruhan |
| 1   | 2                    | 3   | 4                | 5             | 6               | 7         | 8                 | 9-7+8      | 10-9/200%      | 11+8/207               | 12                   |
| I   | Pekerjaan Persiapan  |     |                  |               |                 |           |                   |            |                |                        |                      |
| II  | Pekerjaan Konstruksi |     |                  |               |                 |           |                   |            |                |                        |                      |
|     |                      |     |                  |               |                 |           |                   |            |                |                        |                      |
|     |                      |     |                  |               |                 |           |                   |            |                |                        |                      |

Koordinator Konsultan Pengawas : .....  
 Pengawas Daerah : .....  
 Pengawas Lapangan 1 : .....  
 Pelaksana : PT/CIV : .....  
 Pengawas Lapangan 2 : .....

Gambar 2. 5 Laporan Mingguan  
 Sumber, Sudarsana, D. K. (2008).

### 2.2.8 Laporan Bulanan

Laporan bulanan adalah suatu laporan yang berisi tentang pelaporan progres atau bobot pekerjaan secara bulanan. Salah satu jenis laporan proyek yang paling lengkap adalah laporan bulanan, sebab laporan ini terdiri dari beberapa informasi penting yang dirangkup dalam satu buku. Berikut beberapa isi yang terdapat dalam laporan bulanan proyek yaitu:

1. Terdapat data proyek, seperti nama proyek, nama paket, lokasi proyek, nomor kontrak, tanggal kontrak, tanggal SPMK, waktu pelaksanaan, nama kontraktor, dan sebagainya.

2. Lokasi proyek, dalam laporan ini harus berisikan tentang peta lokasi dan sket lokasi proyek.
3. Laporan progres akhir bulan.
4. Terdapat daftar staf di proyek tersebut

### LAPORAN BULANAN

BULAN : .....

PEKERJAAN :  
 PENYEDIA JASA :  
 WAKTU PELAKSANAAN :  
 NO./TGL. KONTRAK :  
 NO./TGL. AMANDEMEN :

| No. | Uraian Pekerjaan     | Sat | Volume Pekerjaan |              |                | Bobot (%) | Hasil Pelaksanaan |           |            |                      |                  |                  |
|-----|----------------------|-----|------------------|--------------|----------------|-----------|-------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|------------------|
|     |                      |     | Sesuai Kontrak   | Sesuai MC.0% | Sesuai MC.100% |           | Bulan Lalu        | Bulan Ini | sd Bln Ini | Prosentase Pekerjaan | Harga Satuan Rp. | Nilai Pelak. Rp. |
| 1   | 2                    | 3   | 4                | 5            | 6              | 7         | 8                 | 9         | 10         | 11                   | 12               | 13               |
| I   | Pekerjaan Persiapan  |     |                  |              |                |           |                   |           |            |                      |                  |                  |
| II  | Pekerjaan Konstruksi |     |                  |              |                |           |                   |           |            |                      |                  |                  |

Mengetahui ;  
 Pejabat Pelaksana  
 Teknis Kegiatan/  
 Pimpinan Pengawas

Koordinator  
 Pengawas Konsultan

Pengawas Daerah

Pengawas Lapangan 1. ....

Pelaksana  
 PT. / CV. ....

Pengawas Lapangan 2. ....

( ..... ) ( ..... ) ( ..... ) ( ..... )

Gambar 2. 6 Laporan Bulanan  
 Sumber, Sudarsana, D. K. (2008).

### 2.3 Pondasi

Pondasi adalah bangunan struktur yang berada pada susunan paling bawah suatu bangunan, karena pondasi itu sendiri berfungsi sebagai penyalur beban dari bangunan di atasnya menuju tanah. Pondasi adalah salah satu factor yg terpenting dalam sebuah kekuatan bangunan, apabila pondasi tidak kokoh maka kemungkinan bangunan roboh sangatlah besar. Perhitungan pondasi harus berdasarkan kondisi tanah di lapangan, dan untuk mengetahui kondisi tanah tersebut harus dilakukan pengecekan menggunakan alat yang bernama sondir maupun SPT. Setelah data

didapat baru melakukan perhitungan. Untuk pondasi itu sendiri ada banyak jenisnya antara lain adalah pondasi telapak, pondasi cakar ayam, pondasi menerus, pondasi tiang pancang, bor pile, strauss pile, dan lain-lain (Azizah, Syifa Ayu, 2020)

### 2.3.1 Jenis-jenis pondasi

Secara umum terdapat dua macam pondasi yaitu Pondasi Dangkal (Shallow Foundations) dan Pondasi Dalam (Deep Foundations). Yang termasuk dalam pondasi dangkal ialah pondasi memanjang, pondasi tapak, pondasi raft, dan pondasi rollag bata. Sedangkan yang termasuk dalam pondasi dalam ialah pondasi tiang pancang (pile), bor pile, pondasi dinding diafragma, pondasi trucuk, dan pondasi caissons.

#### 2.3.1.1 Pondasi dangkal (*Shallow Foundations*)

Pondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah, umumnya kedalaman pondasi didirikan kurang 1/3 dari lebar pondasi sampai dengan kedalaman kurang dari 3m.

Kedalaman pondasi dangkal ini bukan aturan yang baku, tetapi merupakan sebagai pedoman. Pada dasarnya, permukaan pembebanan atau kondisi permukaan lainnya akan mempengaruhi kapasitas daya dukung pondasi dangkal. Pondasi dangkal biasanya digunakan ketika tanah permukaan yang cukup kuat dan kaku untuk mendukung beban yang dikenakan, dimana jenis struktur yang didukungnya tidak terlalu berat dan juga tidak terlalu tinggi. Pondasi dangkal umumnya tidak cocok dalam tanah kompresif yang lemah atau sangat buruk, seperti tanah urug dengan kepadatan yang buruk, pondasi dangkal juga tidak cocok untuk jenis tanah gambut, lapisan tanah muda, dan jenis tanah deposito aluvial, dan lain sebagainya.

## 1. Pondasi Telapak

Pondasi telapak merupakan jenis pondasi telapak atau tapak yang terbuat dari beton bertulang dengan dasarnya berbentuk persegi empat atau persegi panjang. Pondasi ini sangat cocok untuk hunian bertingkat.

Kelebihannya memiliki keunggulan proses pembuatan lebih cepat, hal tersebut dikarenakan proses pembuatan pondasi ini tidak perlu menggali tanah terlalu dalam. Selain itu bahan baku yang digunakan untuk membangun pondasi ini tidak mahal.

Kekurangan pondasi ini adalah tidak semua tukang bangunan memahami proses pembuatan pondasi tapak (Tambunan, Jhonson, 2012).



Gambar 2. 7 Pondasi Telapak  
Sumber : J Tambunan, 2014

## 2. Pondasi Batu Kali

Pondasi batu kali adalah bagian struktur bangunan terbuat dari sekumpulan batu alam yang dibuat dengan bentuk dan ukuran tertentu menggunakan bahan pengikat berupa campuran adukan beton, jenis pondasi ini merupakan pondasi dangkal yang digunakan pada bangunan dengan beban tidak terlalu besar seperti rumah tinggal. Untuk membuat

pondasi batu kali, ukuran batu yang digunakan biasanya sekitar 25 cm. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pemasangannya sehingga hasilnya lebih rapi sekaligus kokoh. Pada bagian dasar dari konstruksi pondasi batu kali merupakan lapisan pasir setebal 5-10 centimeter yang berfungsi untuk meratakan tanah dasar. Setelah itu baru batu kali dipasang menggunakan posisi berdiri. Susunan model seperti ini sekaligus berfungsi sebagai drainase sebagai akibatnya mampu mengeringkan air tanah yang berada disekitarnya. Untuk menjaga agar pondasi batu kali tidak cepat rusak ataupun basah terkena air tanah maka badan pondasi diplester kasar yang tebalnya kurang lebih 1,5 centimeter (Tambunan, Jhonson, 2012).



Gambar 2. 8 Pondasi Batu Kali  
Sumber : J Tambunan, 2014

Syarat syarat umum buat standar pembuatan pondasi batu kali adalah sebagai berikut :

1. Memiliki konstruksi yang bertenaga dan kokoh sehingga tidak mudah mengalami pergeseran
2. Mampu mengikuti keadaan terhadap terjadinya gerakan tanah mirip tanahyang labil, tanah mengembang, tanah menyusut, kegiatan

pertambangandan impak gempa bumi.

3. Mampu menunda unsur kimiawi pada tanah baik yang organik maupun non natural.
4. Mampu menunda tekanan air.

### 2.3.1.1 Pondasi dalam (Deep Foundations)

Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan di permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah, pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 m di bawah *elevasi* permukaan tanah. Pondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk pondasi tiang pancang, dinding pancang, dan *caissons* atau pondasi kompensasi.

Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari.

#### 1. Tiang pancang

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah. Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentrasfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam (Azizah, Syifa Ayu,2020).

Dalam pelaksanaan pemancangan pada umumnya dipancangkan tegak lurus

dalam tanah, tetapi ada juga dipancang miring (*battle pile*) untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal yang bekerja. Hal seperti ini sering terjadi pada dermaga dimana terdapat tekanan kesamping dari kapal dan perahu. Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya. Tiang Pancang umumnya digunakan :

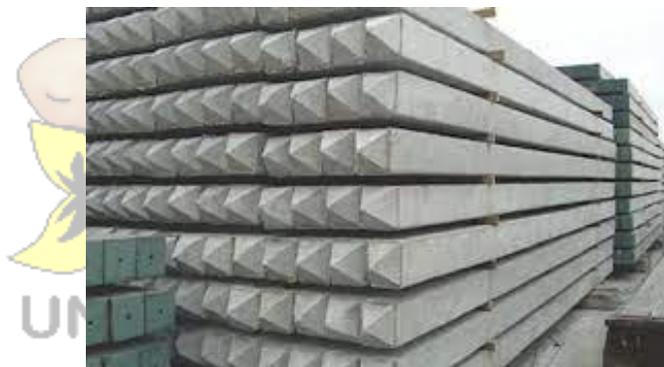
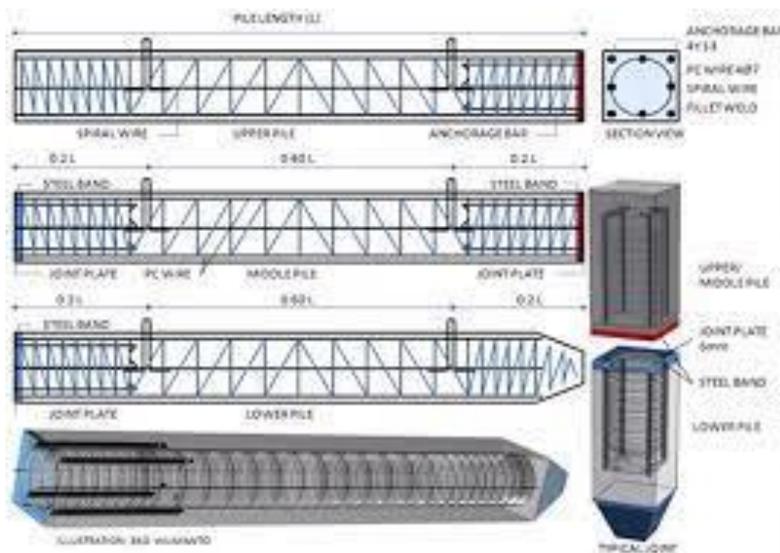
1. Untuk mengangkat beban-beban konstruksi di atas tanah ke dalam atau melalui sebuah lapisan tanah. disini beban vertikal dan beban lateral boleh jadi terlibat.
2. Untuk menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang 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. Sebagai faktor keamanan rambahan di bawah tumpuan jembatan dan atau pir, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potesial. Dalam konstruksi lepas pantai ntuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melalui air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut

Kelebihan :

1. Waktu pengerjaannya cepat
2. Pемancangan mudah
3. Kualitas dan mutu terjamin

Kekurangan :

Saat pelaksanaan menimbulkan getaran yang besar dan juga suara yang sangat bising, sehingga mengganggu lingkungan sekitar

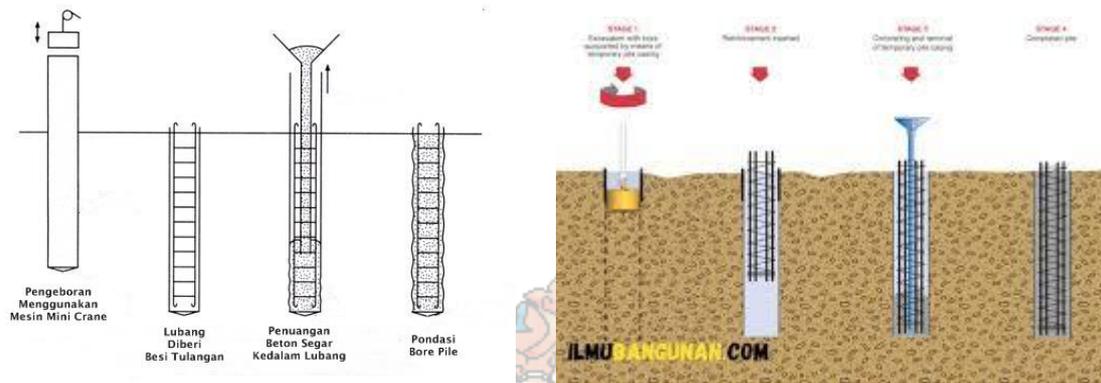


Gambar 2. 9 Tiang Pancang  
Sumber : F Lestari, 2021

## 2. Bor Pile

H Wahyudiono, 2018 Pondasi *bore pile* adalah jenis pondasi dalam dengan desain berbentuk tabung yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah keras. Pondasi *Bore pile* juga sering disebut di lapangan sebagai pondasi bor pile. Pondasi ini digunakan jika level tanah dipermukaan atas tidak cukup untuk

menahan beban bangunan secara keseluruhan, sehingga diperlukan daya dukung tambahan.



Gambar 2. 10 *Bore Pile*  
Sumber :H Wahyudiono, 2018

Fungsinya hampir sama dengan pondasi dalam lainnya layaknya pondasi tiang pancang. Perbedaannya hanya terletak pada cara pengerjaannya. Pengerjaan pondasi bored pile ini dimulai dengan melubangi tanah dahulu sampai kedalaman yang diperlukan, lalu tahap pemasangan tulangan besi yang dilanjutkan dengan pengecoran beton untuk pengurugannya.

Dalam dunia konstruksi dikenal beberapa jenis alat dan metode pengerjaan *bore pile* namun pada dasarnya sama, diantara cara-cara tersebut yaitu:

#### **A. Bore Pile Mini Crane**

Dengan alat bore pile mesin ini, dapat dilakukan pengeboran dengan pilihan pondasi berdiameter 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm hingga sebesar 80 cm. Metode bore pile menggunakan sistem wet boring atau bor basah sehingga dibutuhkan air yang cukup untuk mendukung keberhasilan pelaksanaan pekerjaan. Ketersediaan sumber air harus diperhatikan jika menggunakan alat bor pile ini



Gambar 2. 11 *Bore Pile Mini*  
Sumber : H Wahyudiono, 2018

### **B. *Bore Pile Gawangan***

Alat *bore pile* sebenarnya sistem kerjanya mirip dengan *bore pile* mini crane. Hanya saja perbedaannya pada desain sasis dan tiang tempat *gearbox*-nya. Diperlukan tambang pada bagian kanan dan kiri alat, yang harus dikaitkan ketempat lain yang kokoh untuk menjaga keseimbangan alat selama pengeboran agar tidak melenceng.



Gambar 2. 12 *Bore Pile Gawangan*  
Sumber : Tambunan, Jhonson, 2012



Kekurangan :

1. Waktu pelaksanaan terlalu lama
2. Pelaksanaannya lebih rumit dan butuh ketelitian serta pengawasan yang ketat
3. Kualitaspun tidak bisa dijamin, karena pelaksanaan dan pembuatan dilakukan secara manual tidak menggunakan mesin cetak seperti halnya tiang pancang .

Untuk pondasi dalam penggunaannya tergantung lokasi proyek, apabila jauh dari pemukiman lebih disarankan menggunakan pondasi tiang pancang, tapi apabila lokasi proyek tersebut di tengah – tengah lingkungan penduduk, maka lebih disarankan menggunakan bor pile.

Untuk mengetahui kekuatan pondasi bor pile atau pun tiang pancang perlu dilakukan suatu pengujian. Ada 2 metode pengujian yang bisa digunakan untuk mengetahui besaran daya dukung tiang pondasi bor pile, yaitu dengan metode *Static Loding Test* dan *Pile Driving Analyzer*.

#### **2.4 Metode Pelaksanaan**

Secara umum Metode Pelaksanaan Pekerjaan adalah metode yang menggambarkan penguasaan penyelesaian pekerjaan yang sistematis dari awal sampai akhir meliputi tahapan/urutan pekerjaan utama dan uraian/cara kerja dari masing-masing jenis kegiatan pekerjaan utama yang dapat dipertanggung jawabkan secara teknis.

Dalam menyusun metode pelaksanaan pekerjaan untuk proyek konstruksi sebaiknya sesuai dengan persyaratan dalam dokumen dimana Metode pelaksanaan

pekerjaan yang dibuat harus memenuhi persyaratan substansif yang ditetapkan dalam dokumen pemilihan dan menggambarkan penguasaan dalam penyelesaian pekerjaan seperti disebutkan diatas diantaranya :

1. Tahapan/urutan pekerjaan dari awal sampai akhir secara garis besar dan uraian/cara kerja dari masing-masing jenis pekerjaan utama.
2. Kesesuaian antara metode kerja dengan peralatan utama yang di tawarkan/diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan.
3. Kesesuaian antara metode kerja dengan spesifikasi / volume pekerjaan yang di syartkan.

## 2.5 Jenis-Jenis Metode Pengujian Tiang Pondasi

### 2.5.1 SLT ( *Static Loading Test* )



Gambar 2. 14 *Static Loading Test*

Sumber : Dokumentasi Pribadi Penulis, 2021

Dalam merencanakan suatu pondasi, perencana terlebih dahulu menentukan daya dukung rencana yang harus dicapai oleh setiap tiang dalam menopang beban struktur di atasnya. Pengujian tiang pondasi diperlukan sebagai *quality insurance* bahwa daya dukung tiang pondasi di lapangan memenuhi daya dukung yang

direncanakan. Pengujian pembebanan berupa *static loading test* terhadap pondasi tiang ini dilaksanakan untuk memberi petunjuk akhir, memeriksa dan mengoreksi kualitas tiang pondasi dalam suatu pelaksanaan pembangunan proyek.

Tujuan diadakannya pengujian beban skala penuh atau *static loading test* adalah:

1. Untuk menentukan dan menyelidiki daya dukung (*bearing capacity*) tiang sesuai dengan keadaan sesungguhnya.
2. Untuk meyakinkan hasil perhitungan daya dukung statis yang dihitung berdasarkan data laboratorium (hasil penyelidikan tanah dengan boring, sondir atau SPT).
3. Untuk menentukan hubungan beban-*deflection* terutama pada beban kerja. Pengujian ini hanya mencatat penurunan tiang pada waktu uji beban, sehingga penurunan jangka panjang seperti penurunan konsolidasi tidak terekam.
4. Pengujian ini dilaksanakan dengan mengadakan pembebanan pada kepala tiang secara berangsur-angsur sampai terjadi penetrasi (penurunan) dengan kecepatan yang tetap hingga tanah pondasi mengalami keruntuhan, beban yang diberikan tidak bertambah tetapi penurunan tetap berlangsung (kontinu).

#### **2.5.1.1 Ketentuan Umum Static Loading Test**

1. *Static loading test* akan diterapkan pada pondasi tiang. Pelaksanaan pengujian sebaiknya dilaksanakan minimal setelah umur beton pondasi tiang mencapai 28 hari. *Loading test* akan dikerjakan terhadap tiang uji sebanyak 1 (satu) buah tiang untuk *vertical compression test*, dengan beban uji ultimate ( $200\% \times$  beban rencana).

(Contoh: Beban rencana = 60 ton, sehingga beban ultimate:  $2 \times 60 \text{ ton} = 120 \text{ ton}$ )

2. Dalam sistem ini digunakan *concrete counter weight* sebagai *contra load/kentledge*. Beban tersebut harus memiliki berat lebih dari 200% beban rencana.
3. Dengan adanya pengujian tekan (*compressive test*), akan terjadi *settlement*/penurunan yang diukur dengan dial gauge dengan ketelitian 0.01 mm.
4. Uji beban statis umumnya hanya dilakukan pada satu buah pondasi tiang, sehingga perilaku kelompok tiang tidak terekam.
5. Meskipun cara pengujian dilakukan dengan cara dan prosedur yang standar, namun kriteria dan cara interpretasinya masih dapat berbeda.
6. Pada umumnya, beban runtuh tidak dicapai pada saat pengujian. Oleh karena itu daya dukung ultimate dari tiang hanya merupakan suatu estimasi.

#### **2.5.1.2 Metode Pembebanan**

Tes pembebanan aksial tiang pancang dikenal beberapa macam antara lain:

1. *Slow Maintained Load Test Method (SM Test)*

Metode ini sebagaimana direkomendasikan oleh ASTM D1143-83 1989, terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Beban tiang dalam delapan tahapan yang sama yaitu 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, dan 200 hingga 200 beban rencana.
- b. Setiap penambahan beban harus mempertahankan laju penurunan harus lebih kecil 0,01 injam 0,25 mmjam.
- c. Mempertahankan 200 beban selama 24 jam.

d. Setelah waktu yang dibutuhkan didapat, lepaskan beban dengan pengurangan sebesar 25 dengan jarak waktu 1 jam diantara waktu pengurangan.

e. Setelah beban diberikan dan dilepas keatas, bebani tiang kembali untuk pengujian beban dengan penambahan 50 dari beban desain, menyediakan waktu 20 menit untuk penambahan beban.

f. Kemudian tambahkan beban dengan penambahan 10 beban desain. Metode ini dianggap sebagai metode uji standart ASTM dan umumnya digunakan untuk penelitian dilapangan sebelum dilakukan pekerjaan selanjutnya.

## 2. *Quick Maintained Load Test Method (QM Test)*

Metode ini seperti yang direkomendasikan oleh departemen perhubungan Amerika serikat, pengelola jalan raya dan ASTM D1143-81 opsional, terdiri dari beberapa langkah berikut :

- a. Bebani tiang dalam penambahan 20 kali hingga 300 dari beban desain masing-masing tambahan adalah 15 dari beban desain.
- b. Pertahankan setiap beban selama 5 menit dengan bacaan diambil setiap 2,5 menit
- c. Tambahkan peningkatan beban hingga jacking kontinue dibutuhkan untuk mempertahankan beban uji atau uji telah dicapai.
- d. Setelah interval 5 menit, lepaskan atau hilangkan beban penuh dari tiang dalam empat pengurangan dengan jarak diantara pengurangan 5 menit metode ini lebih cepat dan ekonomis. Waktu uji dengan metode ini

adalah 3-5 jam. Metode ini lebih mendekati suatu kondisi. Metode ini tidak dapat digunakan untuk estimasi penurunan karena metode cepat

### 3. *Constant Rate of Penetration Test Method (CRP Test)*

Metode ini disarankan oleh komisi pile Swedia, Departemen perhubungan Amerika

Serikat, dan ASTM D1143-81 (opsional). Juga terdiri dari beberapa langkah utama:

- a. Kepala tiang didorong untuk turun pada 0,05 inchi/menit (1,25 mm/menit).
- b. Gaya yang dibutuhkan untuk mencapai penetrasi akan dicatat.
- c. Uji dilakukan dengan total penetrasi 2-3 inchi (50-75 mm).

Keuntungan utama dari metode ini adalah lebih cepat (2-3) jam dan ekonomis

### 4. *Swedish Cyclic Test Method (SC Test)*

Metode ini dianjurkan oleh komisi pile swedia terdiri beberapa langkah berikut:

- a. Bebani tiang hingga sepertiga beban desain.
- b. Lepaskan beban hingga seperenam beban desain. Ulangi pembebanan dan pelepasan beban dalam siklus 20 kali.
- c. Peningkatan beban dengan sebesar 50% dengan langkah (a) dan pengulangan seperti langkah (b).
- d. Lanjutkan hingga keruntuhan tercapai. Metode ini adalah membutuhkan waktu dan siklus perubahan perilaku tiang sehingga tiang berbeda

dengan yang aslinya. Ini hanya direkomendasikan atas proyek khusus dimana beban siklus dianggap sangat penting

Uji pembebanan aksial pada lokasi ini menggunakan metode *Cyclic Load Test Method* (improvisasi dari *Slow Maintained Load Test*). Uji dengan metode ini mengacu pada ASTM, D1143-81 (reapproved 1994), yang terdiri dari tahapan kerja sebagai berikut:

- a. Berikan beban aksial pada tiang dengan kenaikan 25% disetiap tahapannya sampai mencapai beban 200% dari beban rencana, yaitu (25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175%, dan 200%).
- b. Pertahankan beban ketika mencapai beban 50%, 100% dan 150% selama 1 jam, sampai mencapai pengurangan penurunan per jam lebih kecil dari 0.01 in./h (0.25 mm/h), tetapi tidak melebihi 2 jam.
- c. Setelah ditahan selama 1 jam turunkan beban dengan penurunan 25% sampai beban mencapai 0%, dengan interval 20 menit setiap penurunan.
- d. Ketika beban kembali ke 0%, pembebanan dimulai kembali dengan beban 50% dan kenaikan 25% dengan interval 20 menit. Langkah b diulang kembali.
- e. Beban 200% ditahan selama 12 jam, sampai mencapai pengurangan penurunan per jam lebih kecil dari 0.01 in./h (0.25 mm/h), tetapi tidak melebihi 24 jam
- f.. Setelah beban 200%, beban diturunkan dengan penurunan 25% dan diberikan interval 1 jam pada tiap penurunan. Beban 0% dibiarkan selama 2 jam.

### **2.5.1.3 Prosedur Pembebanan *Static Loading Test***

Prosedur Pembacaan: Untuk durasi pembebanan A, 20 menit, dan 60 menit, pembacaan dilakukan dengan interval 10 menit. Untuk durasi pembebanan B, dilakukan seperti butir 1 di atas pada 3 jam pertama, kemudian dilanjutkan dengan interval 1 jam.

Kriteria Kegagalan: Pekerjaan *loading test* akan dihentikan apabila pergerakan *dial gauge* sudah mendekati batas akhir kapasitas alat (penurunan sudah mencapai 45 mm) atau *dial gauge* berputar terus tanpa dapat dikendalikan

Tabel 2. 1 Siklus Pembebanan

| SIKLUS                         | BEBAN (%) | DURASI (Menit) | CATATAN  |
|--------------------------------|-----------|----------------|--|
| <b>SIKLUS I</b><br>Maks 50%    | 25        | A              | <b>Beban Kerja = 140 ton</b><br><br>Beban Puncak = 200% Beban Kerja  |
|                                | 50        | 60             |  |
|                                | 25        | 20             |  |
|                                | 0         | 1              |  |
| <b>SIKLUS II</b><br>Maks 100%  | 50        | 20             | <b>Beban Puncak = 280 ton</b><br><br>A :<br>Beban ditahan selama 60 menit (1 jam) dan / atau hingga mencapai penurunan <0,25 mm/jam (maks.2 jam) |
|                                | 75        | A              |  |
|                                | 100       | 60             |  |
|                                | 75        | 20             |  |
|                                | 50        | 20             |  |
|                                | 0         | 60             |  |
| <b>SIKLUS III</b><br>Maks 150% | 50        | 20             | B :  |
|                                | 100       | 20             |  |
|                                | 125       | A              |  |
|                                | 150       | 60             |  |
|                                | 125       | 20             |  |
|                                | 100       | 20             |  |
|                                | 50        | 20             |  |
|                                | 0         | 60             |  |
| <b>SIKLUS IV</b><br>Maks 200%  | 50        | 20             | Beban ditahan selama 12 jam dan / atau hingga mencapai penurunan <0,25 mm/jam  |
|                                | 100       | 20             |  |
|                                | 150       | 20             |  |
|                                | 175       | A              |  |
|                                | 200       | B              |  |
|                                | 175       | 20             |  |
|                                | 150       | 60             |  |
|                                | 100       | 60             |  |
|                                | 50        | 60             |  |
|                                | 0         | 120            |  |

Sumber, Laporan *Static Loding Test*, 2021

### 2.5.1.4 Metode Analisa Pembebanan

#### 1. Metode Chin (1970, 1971)

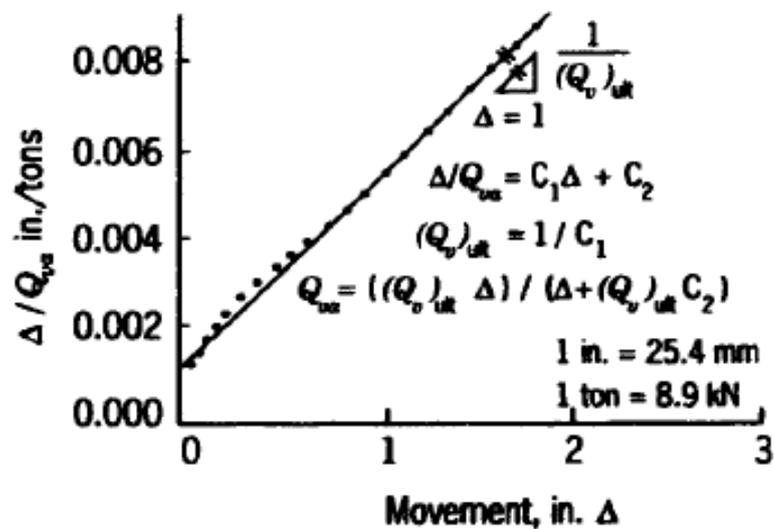
Langkah-langkah menentukan beban *ultimit* dengan metode Chin adalah:

- Gambar kurva hubungan rasio penurunan terhadap beban ( $s/Q$ ) terhadap penurunan ( $s$ ).
- Tarik garis lurus yang mewakili titik-titik yang digambarkan, sehingga didapat persamaan garis sebagai berikut:

$$\frac{s}{Q} = c_1 \times S + c_2$$

- Daya dukung ultimit dapat diperoleh dengan rumus  $Q_u = 1/c_1$ .

Metode ini dapat diaplikasikan baik pada QM Test maupun SM Test.



Gambar 2. 15 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Chin (Prakash, 1990)  
Sumber, Laporan Static Loding Test, 2021

## 2. Metode *Davisson* (1972)

Langkah-langkah untuk menentukan daya dukung ultimit dengan metode *Davisson* adalah sebagai berikut:

- a. Gambar kurva hubungan beban ( $Q$ ) terhadap penurunan ( $s$ ).
- b. Hitung penurunan elastis dengan rumus:

$$\frac{S_e}{Q} = \frac{L}{A_p \times E_p}$$

dengan:

$S_e$  = penurunan elastis  
 $L$  = panjang tiang  
 $E_p$  = modulus elastis tiang

$Q$  = beban uji yang diberikan

$A_p$  = luas penampang tiang

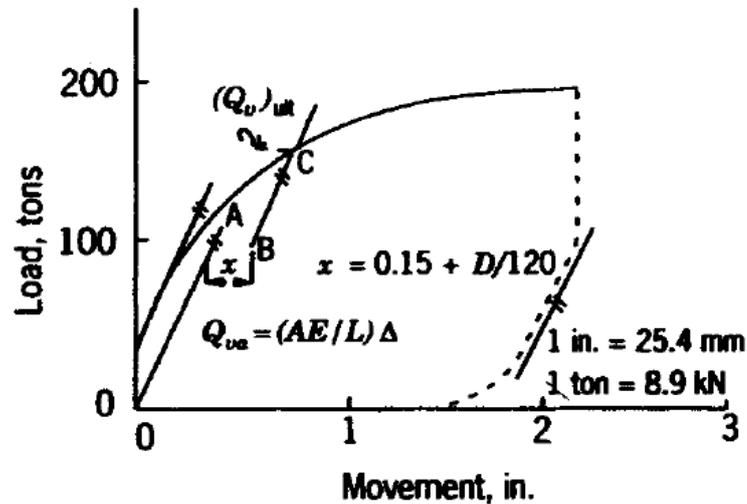
- c. Tarik garis OA berdasarkan persamaan penurunan elastis ( $S_e$ ).
- d. Tarik garis BC yang sejajar dengan garis OA dengan jarak X, dengan X adalah:

$$X = 4 + D/120 \quad \text{bila } D < 610 \text{ mm}$$

$$X = D/30 \quad \text{bila } D \geq 610 \text{ mm}$$

dengan:  $D$  = diameter atau sisi tiang (mm)

- e. Daya dukung ultimit merupakan perpotongan dari garis BC dengan kurva beban-penurunan.



Gambar 2. 16 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Davisson (Prakash, 1990)

Sumber, Laporan Static Loding Test, 2021

### 3. Metode Fuller dan Hoy (1970)

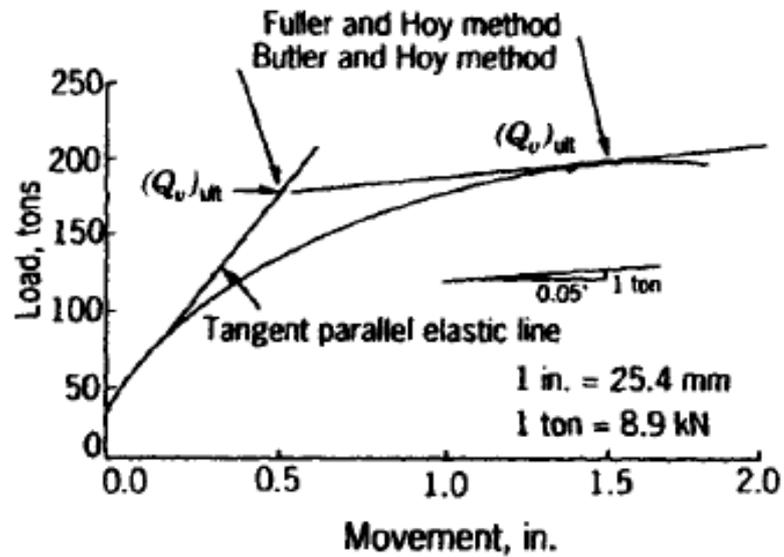
Langkah-langkah untuk menentukan daya dukung ultimit dengan metode Fuller dan Hoy adalah sebagai berikut:

- Gambar kurva hubungan beban (Q) dengan penurunan (s).
- Daya dukung ultimit ditentukan ketika kurva beban-penurunan memiliki tangen atau gradien sebesar 0.05 inch/ton atau sebesar 1.27 mm/ton.

### 4. Metode Buttler dan Hoy (1977)

Cara untuk menentukan daya dukung ultimit dengan metode Buttler dan Hoy memiliki sedikit persamaan dengan metode Fuller dan Hoy yakni sebagai berikut:

- Gambar kurva hubungan beban (Q) dengan penurunan (s).
- Tarik garis dengan kemiringan sebesar 0.05 inch/ton atau sebesar 1.27 mm/ton yang bersinggungan dengan kurva beban-penurunan.
- Tarik garis tangen pada bagian awal kurva beban-penurunan.
- Daya dukung ultimit diperoleh dari pertemuan 2 garis tersebut.



Gambar 2. 17 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Fuller-Hoy dan Butler-Hoy (Prakash, 1990)  
Sumber, Laporan Static Loding Test, 2021

### 2.5.2 PDA (*Pile Driving Analyzer*)

*Pile Driving Analyzer* (PDA) adalah sistem yang paling banyak digunakan untuk Pengujian beban secara Dinamik dan pengawasan pemancangan di dunia. Ia dapat menilai kapasitas beberapa tiang dalam satu hari. PDA juga mengevaluasi keutuhan tiang dan menyelidiki tegangan dan energy palu selama instalasi tiang.



Gambar 2. 18 *Pile Driver Analyzer*  
Sumber : Dokumentasi pribadi penulis, 2021

Palu pemancangan sendiri digunakan untuk melakukan tes PDA, pada tiang pertama atau produksi. Jika diperlukan, dapat dilaksanakan tes ulang PDA bahkan setelah palu/beban tidak lagi ada dilokasi, dengan menggunakan tumbukan berat palu ke pondasi. Program PDA menghitung hasil dari sinyal kecepatan dan gaya yang diperoleh accelerometers dan strain transduser yang terpasang pada tiang uji. Mungkin sensor pintar (mengirim data menggunakan *Wireless Transmitter*) atau tradisional (mengirim data melalui kabel). Program CAPWAP ® analisis dari data PDA sangat penting. Program ini menyediakan distribusi tanah sepanjang tahanan pondasi dan mensimulasikan tes beban statis. korelasi antara program CAPWAP simulasi dan aktual tes beban statis telah membuktikan keandalan dari metode ini dalam menentukan kapasitas tiang.

*Pile Driving Analyzer* (PDA) adalah suatu cara pengujian pondasi tiang dengan menggunakan data digital komputer yang diperoleh dari strain transducer dan accelerometer dan menghasilkan kurva gaya dan kecepatan ketika tiang dipukul menggunakan hammer. Hasil dari pengujian PDA terdiri dari kapasitas tiang, energi palu, penurunan, dll. Perlengkapan pengujian *Pile Driving Analyzer* sebagai berikut:

- a. PDA-PAX
- b. Dua (2) strain transducer
- c. Dua (2) accelerometer
- d. Wireless koneksi

- e. Peralatan tambahan, antara lain bor tangan, gerinda, dan perlengkapan *safety*

Pengujian PDA dilaksanakan berdasarkan ASTM D4945-08. Pekerjaan persiapan dilaksanakan sebelum pengujian dilakukan. Persiapan ini antara lain:

- a. Kondisi kepala tiang sebaiknya rata, simetris dan tegak lurus.
- b. Pasang *Straintransducer* harus dipasang pada garis netral dan accelerometer pada lokasi berlawanan secara diametral, dengan jarak minimal  $1,5 \times$  diameter (D) dari kepala tiang.
- c. Persiapkan palu dengan berat yang disyaratkan.
- d. Masukkan kalibrasi strain transducer dan accelerometer kemudian periksa koneksitas peralatan pengujian secara keseluruhan.
- e. Masukkan data tiang dan palu dalam PDA PAX.
- f. Setelah semua siap, periksa kembali data yang telah dimasukkan sebelum pengujian dilaksanakan.

Setelah persiapan selesai dilaksanakan, maka pengujian dilakukan dengan menjatuhkan palu ke kepala tiang hingga diperoleh energy yang cukup dan tegangan tidak terlampaui agar kepala tiang tidak rusak. Saat pemukulan, beberapa variable akan terekam dalam komputer PDA.

Komputer PDA memberikan keluaran yang berasal dari *strain tansducer* dan *accelerometer* pondasi tiang, dan data tersebut dievaluasi sebagai berikut:

1. Data *strain* dikombinasikan dengan modulus elastisitas dan luas penampang tiang, memberikan tekanan vertical pada tiang. Data *acceleration* diintegrasikan dengan waktu hasil partikel percepatan perjalanan gelombang melalui tiang,

2. Data acceleration diintegrasikan dengan waktu hasil perpindahan pondasi selama hammer dijatuhkan ke pondasi. Menurut Robinson dkk (2002) berat *hammer* ( $W$ ) yang dibutuhkan pada saat pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA) tergantung daya dukung *ultimit* pondasi tiang ( $Q$ ) yaitu:
3. Jenis tanah *kohesif* kaku atau bebatuan, maka:  $W/Q = 1\%$
4. Jenis pondasi tiang friksi pada umumnya, maka:  $W/Q = 1,5\%$
5. Jenis pondasi tiang bor dengan jenis tanah daya dukung ujung pondasi tanah berbutir kasar, maka:  $W/Q = 2\%$

Penciptaan alat PDA ini terinspirasi dari teori yang dikembangkan oleh Jean Le Rond D'Alambert 1747, dengan persamaan sebagai berikut:

$$u = F(x - ct) + G(x + ct), \text{ where } c^2 = E/\rho$$

Dikatakan bahwa ketika *hammer* dijatuhkan akan ada impact maka akan terjadi gelombang turun (*wave down*) dan gelombang naik (*wave up*), dengan kecepatan yang sama.

Prinsip perhitungan dari alat PDA merekam sinyal *force* dan *velocity* setelah *impact hammer*, yaitu:

- a. *Force* ( $F$ ) diukur melalui deformasi yang terjadi ( $e$ )  $\rightarrow F = E A e$  (t)
- b. *Velocity* ( $V$ ) diukur melalui percepatan yang terjadi ( $a$ )  $\rightarrow V = a$  (t) dt

Berdasarkan teori "*wave mechanic*" pada perhitungan *case method* didapatkan persamaan:

$$R_d = J_c \times Z \times v_{toe}$$

Dimana ;

$R$  = tahanan tanah total

$t_1$  = waktu impact dari tumbukan

$t_2 = t_1 + 2L/c$  (dimana L adalah panjang tiang)

$Z = EA/c = A \sqrt{E_r}$  (impedance)

Tahanan total tanah R yang dihitung menggunakan formula di atas mempunyai dua komponen:

a. *Displacement-dependent component, Static Resistance* ( $R_s$ ) ini yang akan kita ukur.

b. *Velocity-dependent component, Dynamic Resistance* ( $R_d$ ), yang mana  $R_d$  diturunkan dari R untuk mendapatkan  $R_s$ .

Variable *Dynamic Resistance* ( $R_d$ ) sendiri dihitung dengan formula:

$$R_d = J_c \times Z \times v_{toe}$$

Dimana:

$J_c$  = nilai damping factor, tergantung dari jenis tanah (semakin kohesif nilainya semakin besar)

$Z$  = *pile impedance* ( $Z=EA/c$ )  $v_{toe}$  = *velocity* pada ujung tiang, didapatkan dari *force and velocity* yang terukur dekat kepala tiang.

Dengan melalui pendekatan itu didapatkan persamaan untuk menghitung nilai *Static Resistance* ( $R_s$ ),

$$R_s = \frac{(1-J_c)}{2}(F_{t_1} + Zv_{t_1}) + \frac{(1+J_c)}{2}(F_{t_2} - Zv_{t_2})$$

Pengujian PDA dilakukan dengan cara menumbuk ulang atau '*re-impact*'. Proses '*re-impact*' dihentikan setelah diperoleh kualitas rekaman yang cukup baik dan energi tumbukan yang relatif tinggi. Pilih salah satu

data yang terbaik dari rekaman data yang telah diambil. Setelah diperoleh data pengujian PDA, analisis lebih lanjut dilakukan dengan Program CAPWAP untuk mensimulasikan transfer beban pada tiang dan tanah, kapasitas daya dukung, friksi selimut tiang, dan penurunan tiang.

## 2.6 Tahapan Analisis

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan, yakni merumuskan masalah mengenai perbandingan metode pelaksanaan pengujian tiang pondasi dari segi waktu dan biaya untuk proyek konstruksi.
2. Pengumpulan data yang dibutuhkan mengenai rincian seluruh kegiatan dalam proyek yang menjadi studi kasus.
3. Memilah setiap data yang akan digunakan dalam penelitian
4. Mengolah data-data proyek dalam bentuk tampilan yang lebih mudah dimengerti.
5. Program *Microsoft Excel* digunakan sebagai alat bantu dalam menganalisis dan visualisasi hasil tersebut. Berikut langkah-langkah dalam penggunaan *Microsoft Excel* adalah:
  - a. Pembuatan list item pengujian
  - b. Membuat teknis pengujian
  - c. Menghitung durasi tiap pekerjaan
6. Menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan saran untuk permasalahan dan penelitian selanjutnya.