

**Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan Tiang Pancang Pada Pembangunan Proyek  
Jalan Tol Indralaya – Prabumulih Seksi 1 STA 0+592 – 0+642**



**Laporan Kerja Praktik**

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat menyusun Skripsi pada  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Bina Darma**

**Disusun Oleh :**

**Muhammad Rafli Setiawan                      171710062**

**Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Bina Darma  
Palembang  
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Muhammad Rafli Setiawan  
Nim : 171710062  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan Tiang Pancang Pada  
Pembangunan Proyek Jalan Tol Indralaya  
Prabumulih Seksi 1 STA 0+592 – 0+642

Disetujui

Project Director



Hasan Turcahyo

Dosen Pembimbing



Dr. Firdaus, S.T., M.T.

Disahkan

Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Firdaus, S.T., M.T.

## Kata Pengantar

Puji syukur ucapkan kepada Allah SWT atas Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Penulisan Laporan Kerja Praktik dengan Judul Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan Tiang Pancang Pada Pembangunan Jalan Tol Jalan Tol Indralaya – Prabumulih Seksi 1 STA 0+592 – 0+642. Penulis telah banyak mendapat pelajaran-pelajaran dan pengalaman baru yang berharga yang tidak bisa didapatkan dibangku kuliah.

Laporan ini dibuat sebagai pertanggung jawaban atas apa yang telah didapatkan setelah melaksanakan kerja praktik pada pembangunan Jalan Tol Simpang Indralaya-Muara Enim Seksi Simpang Indralaya-Prabumulih, sekaligus sebagai gambaran dan arsip saya dimasa yang akan datang. Dalam penyusunan laporan kerja praktik ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih pada :

1. Ibu Dr. Sunda Ariana, M.Pd.,M.M. Selaku Rektor Universitas Bina Darma Palembang beserta staff dan karyawan/karyawati
2. Bapak Dr. Firdaus, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek yang telah memeberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan ini
3. Bapak Drs. H. Ishak Yunus, ST. MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang
4. Selaku Pembimbing Universitas yang telah memberikan masukan, bimbingan dan semangat agar penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktik dengan baik
5. Pelaksana dan Pembimbing lapangan yang dengan baik telah membimbing saya selama melaksanakan kerja praktik ini
6. Buat kedua orang tua tersayang yang selalu mendoakan dan membiayai kuliah saya
7. Buat saudara dan teman-teman angkatan 2017 yang selalu menemani saya selama menyelesaikan laporan ini
8. Seluruh pihak yang terlibat yang membantu saya dalam menyelesaikan laporan kerja praktik ini

Jika dalam penulisan laporan kerja praktik ini terdapat kesalahan atau kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman saya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Semoga Laporan Kerja Praktik ini bermanfaat bagi saya dan kita semua, terutama keluarga besar Fakultas Teknik Program Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang.

Palembang, 14 Januari 2021

Penulis

Muhammad Rafli Setiawan

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Pengumpulan Data .....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II DATA UMUM PROYEK</b>	
2.1 Gambaran Umum Proyek.....	4
2.2 Data Proyek .....	4
2.2.1 Data Umum Proyek .....	5
2.3 Data Teknis Proyek .....	5
2.4 Lingkup Pekerjaan.....	6
2.5 Struktur Organisasi Kontraktor .....	6
2.5.1 Pimpinan Proyek ( <i>Project Manager</i> ) .....	8
2.5.2 Manajer QHSE.....	8
2.5.3 Manajer Pengendalian.....	9
2.5.4 Manajer Teknik.....	10
2.5.5 Manajer Operasi 1 & 2.....	10
2.5.6 Manajer SDM & Keuangan .....	11
2.6 Hubungan Kerja Unsur Pelaksana Pembangunan .....	12
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Pengertian Pondasi .....	13
3.1.1 Jenis – Jenis Pondasi.....	13
3.1.2 Pemilihan Jenis Pondasi.....	15

3.2 Pondasi Tiang Pancang (Pile Foundation) .....	15
3.3 Jenis – Jenis Tiang Pancang .....	19
3.3.1 Tiang Pancang Kayu .....	19
3.3.2 Tiang Pancang Beton .....	21
3.3.3 Tiang Pancang Baja .....	23
3.3.4 Tiang Pancang Komposit .....	24
3.4 Pondasi Tiang Pancang Menurut Pemasangannya .....	24
3.4.1 Tiang Pancang Pracetak .....	24
3.4.2 Tiang Yang Dicor Ditempat (Cast In Place Pile).....	25
3.5 Alat Tiang Pancang .....	26
3.6 Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang.....	29
3.7 Quality Control .....	32
3.8 Daya Dukung Tiang Pancang .....	33
3.8.1 Kalendering.....	33
3.8.2 Pile Driving Analyzer (PDA) Test.....	35
3.9 Faktor Aman.....	37

#### **BAB IV PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPANGAN**

4.1 Pondasi Tiang Pancang ( <i>Pile Foundation</i> ).....	40
4.2 Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang ( <i>Pile Foundation</i> ).....	41
4.3 Pekerjaan Persiapan.....	42
4.3.1 Peralatan.....	42
4.3.2 Material .....	43
4.3.3 Pemindahan Material Tiang Pancang .....	43
4.3.4 Pemberian Marking Pada Tiang Pancang .....	44
4.4 Pengukuran dan Penentuan Titik Tiang Pancang .....	44
4.5 Pengangkatan Tiang Pancang .....	46
4.6 Kontrol Tegak Tiang Pancang .....	46
4.7 Pemancangan Tiang Pancang .....	47
4.8 Penyambungan Tiang Pancang .....	48
4.9 Kalendering Pada Tiang Pancang.....	50
4.10 Pile Driving Analyzer (PDA) Test .....	52

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....55

5.1 Saran.....56

DAFTAR PUSAKA.....57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rencana Trase Jalan Tol Simpang Indralaya-Prabumulih .....	4
Gambar 2.2 Bagan Struktur Organisasi Kontraktor .....	7
Gambar 3.1 Pondasi Tiang Pancang Kayu.....	21
Gambar 3.2 Precast Reinforced Concrete Pile.....	22
Gambar 3.3 Precast Prestressed Concrete Pile.....	22
Gambar 3.4 Drop Hammer.....	26
Gambar 3.5 Single-Acting Hammer .....	27
Gambar 3.6 Double Acting Hammer .....	27
Gambar 3.7 Diesel Hammer.....	28
Gambar 3.8 Vibratory Hammer .....	28
Gambar 4.1 Pemancangan Tiang Pancang.....	40
Gambar 4.2 Bagan Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang.....	41
Gambar 4.3 Pemindahan Tiang Pancang .....	43
Gambar 4.4 Pemberian Marking Pada Tiang Pancang .....	44
Gambar 4.5 Denah Tiang Pancang.....	45
Gambar 4.6 Pengukuran Titik Tiang Pancang .....	45
Gambar 4.7 Pengangkatan Tiang Pancang Pada Saat Pemancangan.....	46
Gambar 4.8 Pengecekan Kelurusan Tiang Pancang dengan Waterpass .....	47
Gambar 4.9 Proses Pemancangan .....	48
Gambar 4.10 Menempelkan Permukaan Tiang Bottom dan Middle .....	49
Gambar 4.11 Penyambungan Tiang Pancang dengan Las.....	50
Gambar 4.12 Pengambilan Data Kalendering.....	51
Gambar 4.13 Hasil Grafik Data Kalendering.....	51
Gambar 4.14 Pemasangan Transduces dan Accelerometer .....	53
Gambar 4.15 Alat Pile Driving Analyzer (PDA) Test .....	54
Gambar 4.16 Bacaan Hasil Pengujian Pada Monitor PDA.....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Effisiensi Hammer .....	38
Tabel 3.2 Koef. Restitusi.....	38

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di negara kepulauan yang memiliki 17.508 pulau, sistem jaringan jalan merupakan kebutuhan mendasar untuk menghubungkan masyarakat dan perniagaan dengan pekerjaan, layanan, pasar, mengurangi biaya logistik, dan merangsang pertumbuhan industri di Indonesia. Menjawab kebutuhan tersebut, pemerintah menempatkan konektivitas tinggi sebagai salah satu prioritas utama. Melalui Peraturan Presiden No. 100 Tahun 2014 yang kemudian diubah dengan Peraturan Presiden No. 117 Tahun 2015, Pemerintah memberi amanat kepada Utama Karya untuk membangun dan mengembangkan Jalan Tol Trans- Sumatera. Jalan tol ini akan menghubungkan Lampung dan Aceh melalui 24 ruas jalan berbeda yang panjang keseluruhannya mencapai 2.704 km dan akan beroperasi penuh pada 2024.

Sebagai pulau terbesar kedua di Nusantara dengan populasi melebihi 55 juta jiwa, Sumatera memainkan peran penting dalam perekonomian negara. Dianugerahi beragam potensi alam dan komoditas berlimpah, mulai dari karet, minyak kelapa sawit, kopi, minyak bumi, batu bara, dan gas alam, pada tahun 2015 Sumatera menyumbang 22,21% produk domestik bruto (PDB) Indonesia, terbesar kedua setelah Jawa, menurut Badan Pusat Statistik (BPS).

Oleh karena itu, kemajuan dan keberlanjutan perekonomian Sumatera sangat penting untuk memastikan stabilitas dan pertumbuhan di kawasan tersebut. Jika pertumbuhan terhenti, perkembangan daerah sekitarnya pun akan terhambat. Salah satu jalur lintas penghubung dalam pembangunan jalan Tol di Pulau Sumtera ini, Jalan Tol Ruas Simpang Indralaya – Muara Enim Seksi Simpang Indralaya - Prabumulih yang memiliki panjang 10.5 km dan terletak di wilayah administrative Provinsi Sumatera Selatan, tepatnya di Kabupaten Ogan Ilir, Awal proyek terletak di Jalan Tol Palembang – Indralaya dan akhir

proyek ini di jalan Prabumulih – Baturaja, sehingga dalam pelaksanaannya ditugaskan kepada Badan Usaha Milik Negara yaitu PT. Hutama Karya (Persero).

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Pelaksanaan Kerja Praktek dimaksudkan agar mahasiswa dapat melihat secara langsung dan mengevaluasi penerapan-penerapan ilmu yang didapat dibangku kuliah terhadap pelaksanaan dilapangan sehingga dapat lebih memahami dan mengetahui masalah-masalah yang terjadi dalam pelaksanaan pekerjaan. Serta bertujuan agar penulis dapat menerapkan semua disiplin ilmu yang didapat berupa praktek, sehingga penulis dapat merencanakan suatu proyek mulai dari perhitungan konstruksi bangunan sampai pengelolaan proyek. Tujuan dari kegiatan kerja praktek adalah :

1. Membandingkan penerapan teori yang diperoleh perkuliahan dengan yang terjadi dilapangan.
2. Mengidentifikasi prosedur pelaksanaan pekerjaan Tiang Pancang
3. Mempelajari dan memahami pelaksanaan konstruksi Tiang Pancang

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada kegiatan Pembangunan Proyek Jalan Tol Indralaya - Prabumulih Seksi I secara spesifik dilakukan untuk meninjau proses Pemancangan pada STA 0+592 – 0+642.

## **1.4 Metode Pengumpulan Data**

Data-data yang diperlukan untuk menyusun laporan ini dikumpulkan berdasarkan data yang diperoleh melalui peninjauan langsung ke lapangan dan data yang diperoleh dari gambar rencana serta data proyek.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika pelaporan pelaksanaan praktek kerja lapangan ini terdiri dari bab-bab yang terbagi menjadi beberapa bab yang penguraiannya sebagai berikut.

### **1. Bab I Pendahuluan**

Bab ini terdiri dari latar belakang proyek, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan

### **2. Bab II Data Umum Proyek**

Bab ini terdiri dari Data Umum, Data Teknis, Struktur Organisasi, dan Lingkup Struktur Organisasi

### **3. Bab III Landasan Teori**

Bab ini menjelaskan, penjelasan tentang pengertian tiang pancang, dan fungsi tiang pancang

### **4. Bab IV Pelaksanaan Kerja Praktek**

Bab ini membahas mengenai pelaksanaan tiang pancang, dan pekerjaan tiang pancang

### **5. Bab V Penutup**

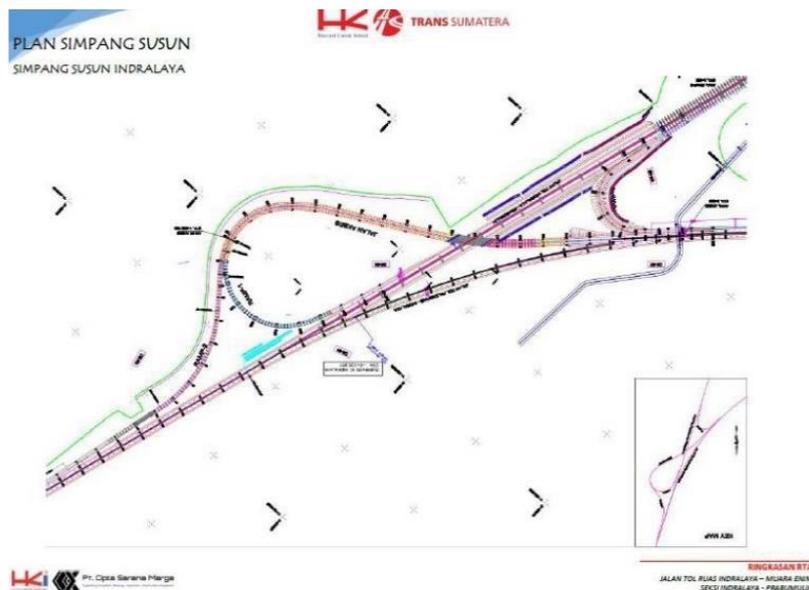
Bab ini merupakan penutup dari semua pembahasan yang berisi kesimpulan dan saran dari laporan yang sudah dibuat penulis.

## BAB II

### DATA UMUM PROYEK

#### 2.1 Gambaran Umum Proyek

Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Simpang Indralaya – Muara Enim Seksi Simpang Indralaya – Prabumulih zona 1 ini direncanakan total panjangnya 10,5 km. Pembangunan Jalan Tol Ruas Simpang Indralaya – Muara Enim STA 0-300 sampai 10+800 terhubung pada Jalan Tol Palembang-Indralaya dan lokasi kerja praktek sebagai tinjauan kami itu terletak pada STA 0+450 sampai STA 1+225 (Mainroad). Lokasi dan batas wilayah tinjauan kami seperti terlihat pada Gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Rencana Trase Jalan Tol Simpang Indralaya-Prabumulih

Sumber : <https://www.hutamakarya.com/trans-sumatera>

#### 2.2 Data Proyek

Data proyek merupakan seluruh informasi tentang proyek yang berisi mengenai gambaran perencanaan dari sebuah proyek konstruksi. Pada bagian ini terdapat data-data proyek yang sangat penting dalam suatu bangunan konstruksi. Berikut data-data umum proyek pada pembangunan Jalan Tol Indralaya-Muara Enim.

### 2.2.1 Data Umum Proyek

Nama Proyek	: Pembangunan Jalan Tol Ruas Simpang Indralaya – Muara Enim, Seksi Simpang Indralaya Prabumulih.
Lokasi	: Kabupaten Ogan Ilir
Nomor Kontrak	: DPBJT/FE.1909L/S.Perj.26/VII/2019
Tanggal Kontrak	: 31 Juli 2019
Waktu Pelaksanaan	: 730 Hari Kalender
Nilai Kontrak	: Rp.7.339.401.871.773,- (Incl. PPN)
Sifat Kontrak	: Fixed Unit Price
Pembayaran	: Interest During Construction (IDC)
Sumber Dana	: PT. Utama Karya (Persero)
Pemilik Proyek	: PT. Utama Karya (Persero)
Kontraktor	: PT. Utama Karya Infrastruktur
Konsultan Perencana	: PT. Cipta Sarana Marga
Konsultan Pengawas	: PT. Aria Jasa Reksatama
Panjang Penanganan	: 64.8 KM (Sta -0+300 s.d 64+500)

### 2.3 Data Teknis Proyek

Proyek	: Jalan Tol
Pekerjaan	: Pondasi Tiang Pancang
Diameter Tiang Pancang	: 60 cm
Panjang Tiang Pancang	
- Bottom	: 6m – 15m
- Middle	: 6m – 15m
- Upper	: 6m – 9m
Berat	: 393 kg/m
Mutu Beton	: K – 600

## **2.4 Lingkup Pekerjaan**

Lingkup Pekerjaan Pemancangan pada Pembangunan Tol Ruas Simpang Indralaya–Muara Enim Seksi Simpang Indralaya–Prabumulih Meliputi :

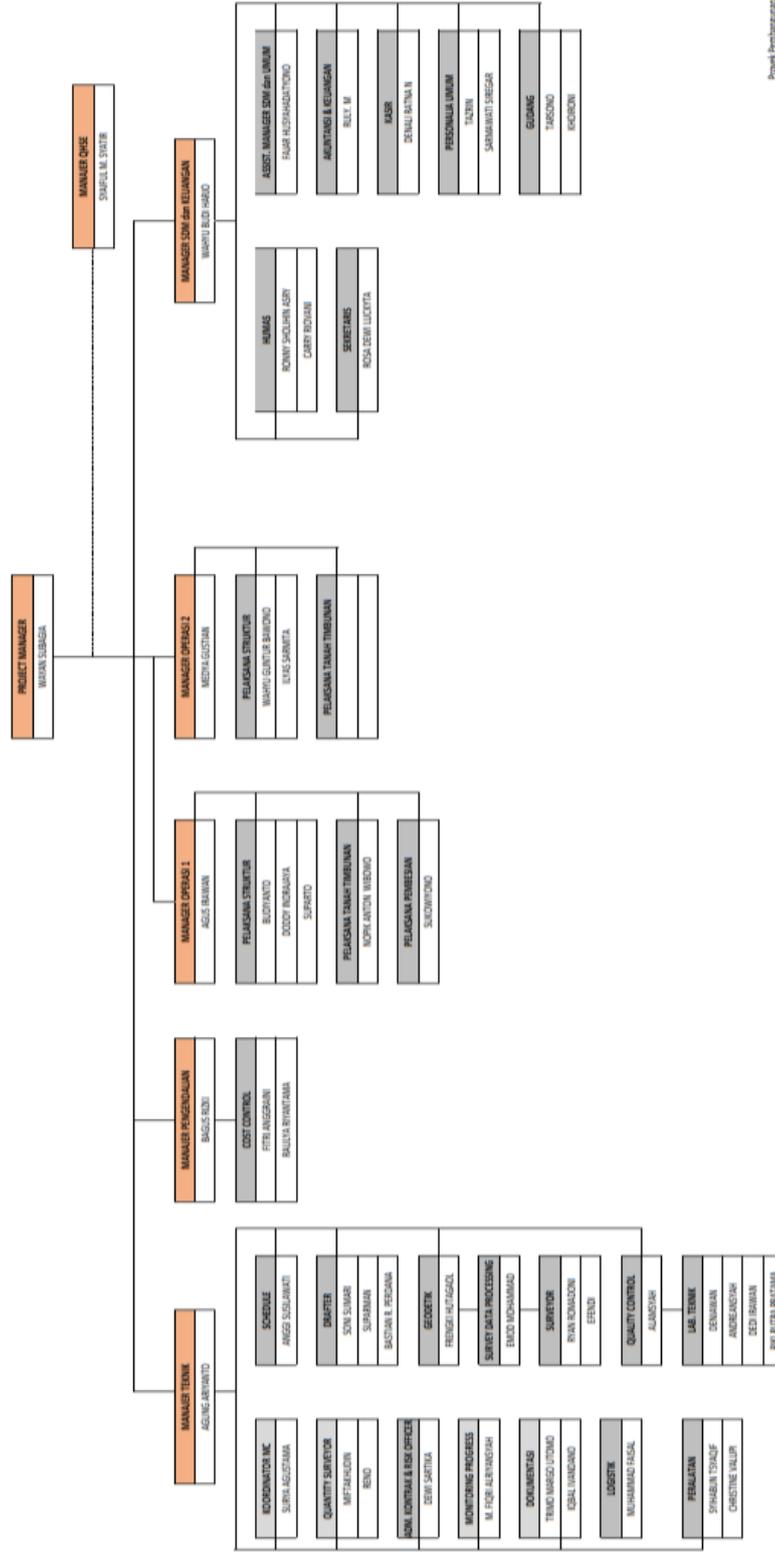
1. Menyiapkan Peralatan dan Material
2. Melakukan Pengukuran
3. Menentukan Titik Pondasi
4. Kontrol Tegak Lurus Tiang Pancang
5. Melakukan Pemancangan
6. Kalendering
7. Melakukan PDA Test

## **2.5 Struktur Organisasi Kontraktor**

Kontraktor adalah orang atau badan hukum yang menerima dan menyelenggarakan pekerjaan sesuai dengan biaya yang tersedia dan melaksanakan sesuai dengan peraturan serta gambar-gambar rencana yang ditetapkan. Kontraktor pada proyek ini adalah PT. Utama Karya Infrastruktur. Adapun tugas dan wewenang Kontraktor sebagai berikut :

- a. Melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar-gambar rencana risalah pekerjaan, peraturan dan syarat-syarat.
- b. Membuat gambar kerja (shop drawing) sebelum memulai pekerjaan, untuk memudahkan pelaksanaan maupun pengawasan.
- c. Menghadiri rapat koordinasi pengelola proyek.
- d. Membuat laporan kemajuan pekerjaan yang harus disetujui oleh pengawas disertai keterangan mutu bahan, alat, dan hasil pengujian laboratorium.
- e. Selalu berkonsultasi dan memberitahukan masalah yang timbul di lapangan kepada perencana dan pengawas.
- f. Menyelesaikan dan menyerahkan hasil pekerjaan.
- g. Menerima pembayaran sesuai perjanjian.

PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JALAN TOL RUJAS SIMPANG INDRALAYA - MUJARA ENIM SEKSI SIMPANG INDRALAYA - PRABUMULIH  
 STRUKTUR ORGANISASI PROYEK



Proyek Pembangunan Tol Teras Sumatera  
 PT. HUTAMA KARYA INFRASTRUKTUR  
 Proyek Pembangunan Tol Teras Sumatera

Gambar 2.5 Bagan Struktur Organisasi Kontraktor  
 Sumber : PT. Hutama Karya Infrastruktur ( Persero )

### **2.5.1 Pimpinan Proyek (*Project Manager*)**

Pimpinan Proyek bertanggung jawab langsung kepada Kepala Cabang atas terlaksananya dengan baik tugas yang diberikan. Adapun tugas Pimpinan Proyek sebagai berikut.

- a. Membuat rencana kerja.
- b. Mengendalikan seluruh kegiatan konstruksi.
- c. Melakukan koordinasi dengan semua pihak terkait.
- d. Membangun komunikasi internal dan eksternal.
- e. Menetapkan kebutuhan sumber daya.
- f. Menentukan alternatif dalam mencapai target.
- g. Menyetujui rencana dan metode kerja.
- h. Menunjuk pemasok dan subkontraktor

### **2.5.2 Manajer QHSE**

Uraian tugas dan tanggung jawab tenaga ahli K3 konstruksi utama adalah sebagai berikut.

- a. Menerapkan ketentuan peraturan perundang-undangan tentang dan terkait K3 konstruksi.
- b. Mengevaluasi dokumen kontrak dan metode kerja pelaksanaan konstruksi.
- c. Mengevaluasi program K3.
- d. Mengevaluasi prosedur dan instruksi kerja penerapan ketentuan K3.
- e. Melakukan sosialisasi, penerapan dan pengawasan pelaksanaan program, prosedur kerja dan instruksi kerja K3.
- f. Melakukan evaluasi dan membuat laporan penerapan SMK3 dan pedoman teknis K3 konstruksi.
- g. Mengevaluasi perbaikan metode kerja pelaksanaan konstruksi berbasis K3, jika diperlukan.
- h. Mengevaluasi penanganan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja serta keadaan darurat.

### 2.5.3 Manajer Pengendalian

Manajer Bidang Pengendalian bertugas membantu Pimpinan Proyek dalam menjalankan proyek dan memenuhi target biaya, mutu, dan waktu. Adapun tugas dan tanggung jawab Manajer Bidang Pengendalian sebagai berikut :

- a. Mempelajari dan mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan dalam kontrak kerja dengan pihak I (*owner*) dan pihak ke II (*contractor*) dan pihak ke III (*subcontractor*).
- b. Membuat laporan-laporan proyek (mingguan, bulanan, dsb).
- c. Melakukan seleksi dan negosiasi dengan *Sub Contractor* dan *Supplier* sesuai dengan prosedur yang berlaku.
- d. Mengadakan *Value Engineering* terhadap perencanaan proyek.
- e. Membuat laporan penutupan proyek.
- f. Melaksanakan pengawasan, meliputi :
  1. Terhadap mutu produk melalui jadwal inspeksi,
  2. Terhadap biaya (membuat EBPP),
  3. Terhadap *cash in* dan *cash out* (termasuk WIP),
  4. Terhadap pelaksanaan *Safety Patrol* dan *Safety Meeting*,
  5. Terhadap progress fisik,
  6. Terhadap kedatangan material,
  7. Terhadap jadwal kedatangan dan *maintenance* peralatan,
  8. Dalam mendayagunakan kesempatan untuk melakukan *claim*.
- g. Menyiapkan *job list* sesuai dengan tahap pekerjaan untuk keperluan Pimpinan Proyek.
- h. Mengadministrasikan pekerjaan tambah kurang dan menyusunnya dalam *addendum* kontrak.
- i. Membina staff dilingkungan unitnya guna peningkatan kinerjanya dalam mendukung visi perusahaan.
- j. Melakukan seleksi dan negosiasi dengan *subcontractor* dan *supplier* sesuai dengan prosedur yang berlaku dengan merencanakan *subcontractor* harus yang baik dan pekerjaan di lapangan akan baik juga.

#### 2.5.4 Manajer Teknik

Manajer Bidang Teknik merupakan penanggung jawab bidang perencanaan teknis dan pengendalian operasionalnya (*quality, cost, delivery* dan *safety*). Adapun tugas Manajer Bidang Teknik sebagai berikut.

- a. Membuat perencanaan operasional (*quality plan, site installation, metode pelaksanaan, shop drawing, perhitungan konstruksi, RAPK, safety plan* dan *scheduling*) dimulai dari pembuatan buku panduan, metode, biaya, safety dan kualitas.
- b. Menjamin produksi tepat waktu sesuai *schedule* yang disepakati dalam kontrak kerja, seperti memastikan produksi di proyek sesuai dengan rapat kinerja bulanan yang telah dilakukan.
- c. Menjaga mutu/kualitas produk proyek sesuai dengan standar yang diberlakukan perusahaan dan spesifikasi yang tertuang dalam kontrak, dimulai dari merencanakan metode agar pekerjaan menjadi efisien dan kualitas baik, hingga melalukan monitoring pekerjaan yang direncanakan.
- d. Mengendalikan biaya pelaksanaan proyek sesuai dengan progress fisik proyek dengan melakukan perencanaan biaya yang akan dikeluarkan.
- e. Mengendalikan pemakaian material, bahan dan alat sesuai dengan RAPK.
- f. Membina dan melatih keterampilan para tukang dan mandor serta pembinaan untuk kaderisasi kepada para *Site Engineer* (SE).
- g. Melakukan analisa manajemen resiko dari sisi lapangan dan lingkungan serta dari sisi biaya dan kontrak.

#### 2.5.5 Manajer Operasi 1 & 2

Manajer operasi Bertugas untuk mengontrol pelaksanaan operasional pelaksanaan proyek, membuat rencana penggunaan material dan peralatan, membuat jadwal pekerjaan dan *network planning* mampu berkoordinasi dengan pihak-pihak yang terkait dengan pelaksanaan proyek, seperti misalnya rekan kerja satu timnya, pihak eksternal (*owner, konsultan, Subkontraktor, ataupun masyarakat sekitar*), *quality control, engineering,*

bagian keuangan, serta dengan fungsi lain yang terkait untuk menjamin kelancaran pelaksanaan proyek.

- a. Mengendalikan dan memastikan pelaksanaan proyek telah sesuai dengan perencanaan awal, biaya, mutu, tenggat waktu, serta standar keselamatan kerja yang telah ditentukan.
- b. Memastikan tagihan *progress* pengerjaan proyek (termin pekerjaan) telah dibayarkan oleh pemilik proyek pada bagian keuangan.
- c. Melakukan sosialisasi, mengembangkan, serta mengendalikan penerapan peraturan, tata tertib, serta prosedur yang digunakan selama pelaksanaan proyek.
- d. Memantau kelancaran proses tagihan.
- e. Menganalisa pemakaian bahan material dan peralatan proyek.
- f. Melakukan identifikasi serta menyelesaikan segala permasalahan yang terjadi selama proses pengerjaan proyek.
- g. Menganalisa hasil pelaksanaan proyek.
- h. Melakukan evaluasi kinerja Subkontraktor.
- i. Memberikan dorongan ataupun pengarahan untuk membina anak buah atau bawahannya agar dapat bekerja secara optimal sehingga dapat menyelesaikan proyek sesuai target.

#### **2.5.6 Manajer SDM & Keuangan**

Manajer Bidang SDM & Keuangan bertugas untuk mengurus keuangan proyek, akuntansi/pembukuan dan unsur-unsur umum dan SDM proyek. Manajer Bidang Keuangan dan Administrasi juga bertanggung jawab kepada Pimpinan Proyek dalam masalah-masalah keuangan, mengatur/menggerakkan kegiatan administrasi perusahaan mengenai keuangan, personalia, pemasaran, dan menetapkan prosedur administrasi keuangan agar didapat pertanggungjawaban yang sah. Adapun tugas Manajer Bidang Keuangan dan Administrasi sebagai berikut :

- a. Melakukan pencatatan berkas-berkas transaksi kedalam media pembukuan (Jurnal dll) secara benar dan tepat waktu.

- b. Melakukan penelitian kembali untuk menyakinkan kebenaran/ketepatan yang telah dilakukan.
- c. Secara *periodic* membuat laporan-laporan yang telah ditetapkan, dimintakan pengesahannya pada pejabat yang berwenang dan mengirimkannya kepada pihak-pihak yang memerlukan sesuai prosedur yang berlaku.
- d. Sebagai anggota tim yang melaksanakan *opname* kas dan sediaan secara *periodic*.
- e. Melakukan verifikasi seluruh dokumen transaksi pembayaran.
- f. Mengurus masalah-masalah perpajakan dan asuransi.
- g. Melaksanakan penutupan proyek secara *administrative*.
- h. Mengendalikan kas bon/uang muka/kas kecil.
- i. Menyiapkan, mengevaluasi, mengikuti realisasi dan meng-update rencana penerimaan dan pengeluaran proyek.
- j. Menerima berkas-berkas tagihan dari pihak luar, memeriksa kelengkapan dokumen tagihan dan tanda terima.
- k. Merencanakan penagihan kepada pihak luar atau pemberi tugas atas prestasi proyek yang telah dicapai.

## **2.6 Hubungan Kerja Unsur Pelaksana Pembangunan**

Secara umum, tim perencana, tim pelaksana dan tim pengawas bertanggung jawab atas pekerjaan masing-masing dan semuanya berhubungan sangat erat sehingga satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Walaupun semuanya mempunyai tingkatan yang berbeda tapi ketiganya harus patuh terhadap peraturan dan syarat-syarat yang harus ditetapkan, baik secara teknis maupun administrasi.

Maksud dan hubungan kerja adalah hubungan timbal balik antar unsur unsur pelaksana proyek didalam suatu pekefiaan agar dapat memperlancar jalannya suatu proyek. Hubungan kerja menyangkut tugas dan kewajiban kerja antara unsur-unsur pelaksana yang saling berhubungan sehingga diperoleh hasil yang maksimal dari yang diharapkan untuk memperoleh keuntungan bagi semua pihak.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Pengertian Pondasi**

Pondasi adalah suatu bagian dari Konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*Upper Structure / Super Struktur*) ke tanah dasar yang cukup kuat mendukungnya, untuk itu pondasi harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beban sendiri, beban berguna dan gaya-gaya lain seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain dan tidak boleh terjadi penurunan pondasi setempat atau penurunan pondasi merata lebih dari batas tertentu.

Kegagalan fungsi suatu pondasi dapat disebabkan karena adanya “*Base-Shear Failure*” atau penurunan yang berlebihan sehingga dapat menyebabkan timbulnya kerusakan struktural pada kerangka bangunan atau kerusakan lain seperti tembok retak, lantai pecah, pintu jendela yang sukar dibuka.

Agar kegagalan fungsi pondasi dapat dihindari maka pondasi harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras / padat serta kuat. Untuk mengetahui letak / kedalaman lapisan tanah keras maka perlu dilakukan penyelidikan tanah.

##### **3.1.1 Jenis – Jenis Pondasi**

###### **1. Pondasi Dangkal (*Shallow Foundation*)**

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

Apabila kedalaman alas pondasi ( $D_f$ ) dibagi lebar terkecil alas pondasi ( $B$ ) kurang dari 4, ( $D_f/B < 4$ ) dan apabila letak tanah baik (kapasitas dukung ijin tanah  $> 2,0 \text{ kg/cm}^2$ ) relatif dangkal (0,6-2,0 m) maka digunakan pondasi ini. Pondasi dangkal juga digunakan bila bangunan yang berada di atasnya tidak terlalu besar. Rumah sederhana misalnya, Pondasi ini juga bisa dipakai untuk bangunan umum lainnya yang berada diatas tanah yang keras. Jenis-jenis pondasi dangkal adalah sebagai berikut :

- a. Pondasi Tapak
- b. Pondasi Menerus
- c. Pondasi Tikar

## **2. Pondasi Dalam (*Deep Foundation*)**

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 dibawah 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 didekat permukaan tanah dapat dihindari. Jenis – jenis pondasi dalam adalah sebagai berikut :

- a. Pondasi Sumuran
- b. Pondasi Tiang Pancang
- c. Pondasi Bore Pile

### 3.1.2 Pemilihan Jenis Pondasi

Dalam pemilihan bentuk pondasi, jenis tanah dan kedalaman pondasi bangunan yang memadai, perlu diperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan pekerjaan pondasi tersebut. Hal ini disebabkan tidak semua jenis pondasi dapat dilaksanakan disemua tempat ( misal penggunaan pondasi tiang pancang pada daerah padat penduduk tentu tidak tepat meskipun secara teknis telah memenuhi syarat ).

Berikut ini cara memilih pondasi berdasarkan daya dukung tanah :

1. Bila kondisi tanah keras terletak pada permukaan tanah atau kedalaman pondasi antara 2-3 meter dibawah permukaan tanah maka jenis pondasinya adalah pondasi dangkal. ( misal : pondasi jalur, pondasi telapak atau pondasi bor pile manual ).
2. Bila kondisi tanah lunak hingga kedalaman kurang lebih 6 meter maka jenis pondasi yang dapat di gunakan adalah *pondasi strauss pile* atau bor pile manual.
3. Bila tanah keras terletak pada kedalaman sekitar 10 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasinya adalah pondasi bored pile, pondasi sumuran atau pondasi mini pile.
4. Bila tanah keras terletak pada kedalaman 20 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasinya adalah pondasi tiang pancang atau pondasi bored pile.

### 3.2 Pondasi Tiang Pancang (Pile Pondation)

Pondasi tiang pancang 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 langsing 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 (pier). Tergantung juga pada tipe tanah, material dan karakteristik penyebaran beban tiang pancang diklasifikasikan berbeda-beda.

Pondasi tiang sudah digunakan sebagai penerima beban dan sistem transfer beban bertahun-tahun. Pada awal peradaban, dari komunikasi, pertahanan, dan hal-hal yang strategis dari desa dan kota yang terletak dekat sungai dan danau. Oleh sebab itu perlu memperkuat tanah penunjang dengan beberapa tiang. Tiang yang terbuat dari kayu (timber pile) dipasang dengan dipukul ke dalam tanah dengan tanah atau lubang yang digali dan diisi dengan pasir dan batu.

Pada tahun 1740, Christoffoer Polhem menemukan peralatan pile driving yang mana menyerupai mekanisme pile driving saat ini. Tiang baja (steel pile) sudah digunakan selama 1800 dan tiang beton (concrete pile) sejak 1900. Revolusi industri membawa perubahan yang penting pada sistem pile driving melalui penemuan mesin uap dan mesin diesel. Lebih lagi baru-baru ini, meningkatnya permintaan akan rumah dan konstruksi memaksa para pengembang memanfaatkan tanah-tanah yang mempunyai karakteristik yang kurang bagus. Hal ini membuat pengembangan dan peningkatan sistem pile driving. Saat ini banyak teknik-teknik instalansi tiang pancang bermunculan. Seperti tipe pondasi yang lainnya, tujuan dari pondasi tiang adalah :

1. Untuk menyalurkan beban pondasi ke tanah keras
2. Untuk menahan beban vertikal, lateral, dan beban uplift

Struktur yang menggunakan pondasi tiang pancang apabila tanah dasar tidak mempunyai kapasitas daya pikul yang memadai. Kalau hasil pemeriksaan tanah menunjukkan bahwa tanah dangkal tidak stabil dan kurang keras apabila besarnya hasil estimasi penurunan tidak dapat diterima pondasi tiang pancang dapat menjadi bahan pertimbangan. Lebih jauh lagi, estimasi biaya dapat menjadi indikator bahwa pondasi tiang pancang

biayanya lebih murah daripada jenis pondasi yang lain dibandingkan dengan biaya perbaikan tanah.

Dalam kasus konstruksi berat, sepertinya bahwa kapasitas daya pikul dari tanah dangkal tidak akan memuaskan, dan konstruksi seharusnya dibangun di atas pondasi tiang. Tiang pancang juga digunakan untuk kondisi tanah yang normal untuk menahan beban horizontal. Tiang pancang merupakan metode yang tepat untuk pekerjaan diatas air, seperti jertty atau dermaga.

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan beban yang bekerja padanya (Sardjono HS, 1988). Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman > 8m (Bowles, 1991). Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi diatasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.

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

Pondasi tiang digolongkan berdasarkan kualitas bahan material dan cara pelaksanaan. Menurut kualitas bahan material yang digunakan, tiang pancang dibedakan menjadi empat yaitu tiang pancang kayu, tiang pancang beton, tiang pancang baja, dan tiang pancang composite (kayu-beton dan baja-beton). Tiang pancang umumnya digunakan :

1. Untuk mengangkat 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 berkoheksi 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 pondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut
6. Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan atau pir, 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 (Bowles, 1991)

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 pada waktu pengangkatan dan pemancangan.

### Kriteria dan Jenis Pemakaian Tiang Pancang

Dalam perencanaan pondasi suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tipe pondasi yang digunakan berdasarkan atas beberapa hal, yaitu:

1. Fungsi bangunan atas yang akan dipikul oleh pondasi tersebut
2. Besarnya beban dan beratnya bangunan atas
3. Kondisi tanah tempat bangunan didirikan
4. Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas

Kriteria pemakaian tiang pancang dipergunakan untuk suatu pondasi bangunan sangat tergantung pada kondisi :

1. Tanah dasar dibawah bangunan tidak mempunyai daya dukung (misalnya pembangunan lepas pantai)
2. Tanah dasar dibawah bangunan tidak mampu memikul bangunan yang ada diatasnya atau tanah keras yang mampu memikul bangunan tersebut jauh dari permukaan tanah
3. Pembangunan diatas tanah yang tidak rata
4. Memenuhi kebutuhan untuk menahan gaya desak keatas (uplift)

## **3.3 Jenis – Jenis Tiang Pancang**

### **3.3.1 Tiang Pancang Kayu**

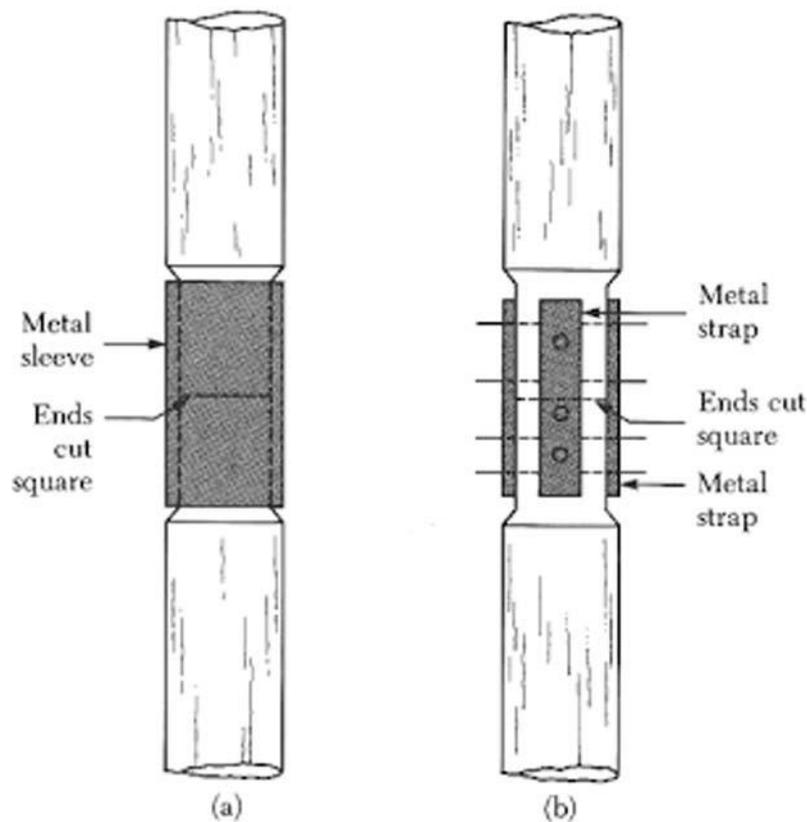
Tiang pancang dengan bahan material kayu dapat dipergunakan sebagai tiang pancang pada suatu dermaga. Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon yang cabang-cabangnya telah dipotong dengan hati-hati, biasanya diberi bahan pengawet dan didorong dengan ujungnya yang kecil sebagai bagian yang runcing. Kadang-kadang ujungnya yang besar didorong untuk maksud-maksud khusus, seperti dalam tanah yang sangat lembek dimana tanah tersebut akan bergerak kembali melawan poros. Kadang kala ujungnya runcing dilengkapi dengan sebuah sepatu pemancangan yang terbuat dari logam bila tiang pancang harus menembus tanah keras atau tanah kerikil.

Pemakaian tiang pancang kayu ini adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagai pondasi. Tiang kayu akan tahan lama dan tidak mudah busuk apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di bawah muka air tanah. Tiang pancang dari kayu akan lebih cepat rusak atau busuk apabila dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti-ganti. Sedangkan pengawetan serta pemakaian obat-obatan pengawet untuk kayu hanya akan menunda atau memperlambat kerusakan daripada kayu, akan tetapi tidak akan dapat melindungi untuk seterusnya. Pada pemakaian tiang pancang kayu ini biasanya tidak diijinkan untuk menahan muatan lebih besar dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang.

Tiang pancang kayu ini sangat cocok untuk daerah rawa dan daerah-daerah dimana sangat banyak terdapat hutan kayu seperti daerah Kalimantan, sehingga mudah memperoleh balok/tiang kayu yang panjang dan lurus dengan diameter yang cukup besar untuk digunakan sebagai tiang pancang.

Persyaratan dari tiang pancang tongkat kayu tersebut adalah : bahan kayu yang dipergunakan harus cukup tua, berkualitas baik dan tidak cacat, contohnya kayu berlian. Semula tiang pancang kayu harus diperiksa terlebih dahulu sebelum dipancang untuk memastikan bahwa tiang pancang kayu tersebut memenuhi ketentuan dari bahan dan toleransi yang diijinkan. Semua kayu lunak yang digunakan untuk tiang pancang memerlukan pengawetan, yang harus dilaksanakan sesuai dengan AASHTO M133 – 86 dengan menggunakan instalasi peresapan bertekanan.

Bilamana instalasi semacam ini tidak tersedia, pengawetan dengan tangki terbuka secara panas dan dingin, harus digunakan. Beberapa kayu keras dapat digunakan tanpa pengawetan, tetapi pada umumnya, kebutuhan untuk mengawetkan kayu keras tergantung pada jenis kayu dan beratnya kondisi pelayanan.



Gambar 3.1 Pondasi Tiang Pancang Kayu

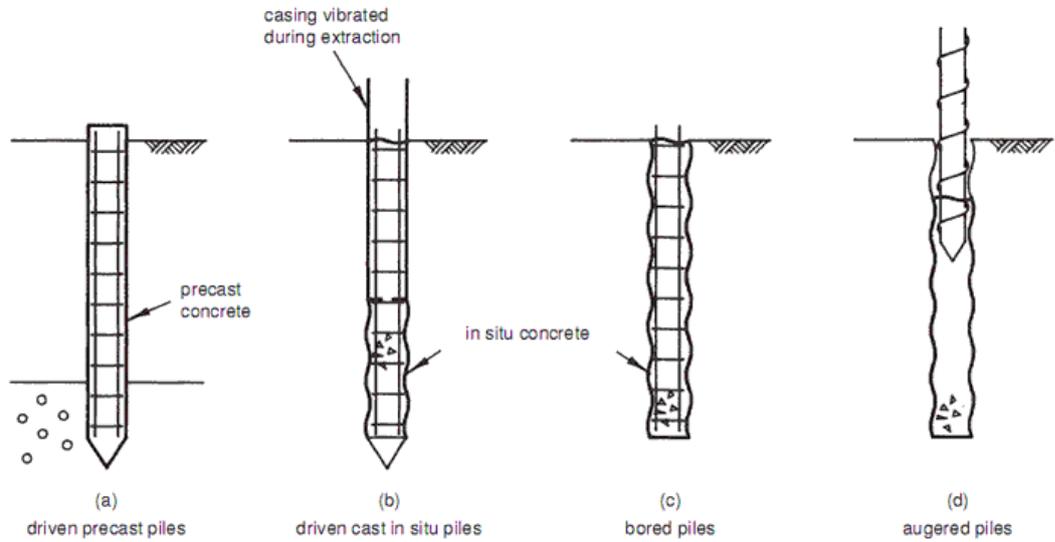
### 3.3.2 Tiang Pancang Beton

#### 1. Precast Reinforced Concrete Pile

Precast reinforced concrete pile adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan dipancangkan. Karena tegangan tarik beton adalah kecil dan praktis dianggap sama dengan nol, sedangkan berat sendiri dari pada beton adalah besar, maka tiang pancang beton ini haruslah diberi penulangan-penulangan yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul pada waktu pengangkatan dan pemancangan. Karena berat sendiri adalah besar, biasanya pancang beton ini dicetak dan dicor ditempat pekerjaan, jadi tidak membawa kesulitan untuk transport.

Tiang pancang ini dapat memikul beban yang besar (>50 ton untuk setiap tiang), hal ini tergantung dari dimensinya. Dalam perencanaan tiang pancang beton precast ini panjang dari pada tiang harus dihitung dengan

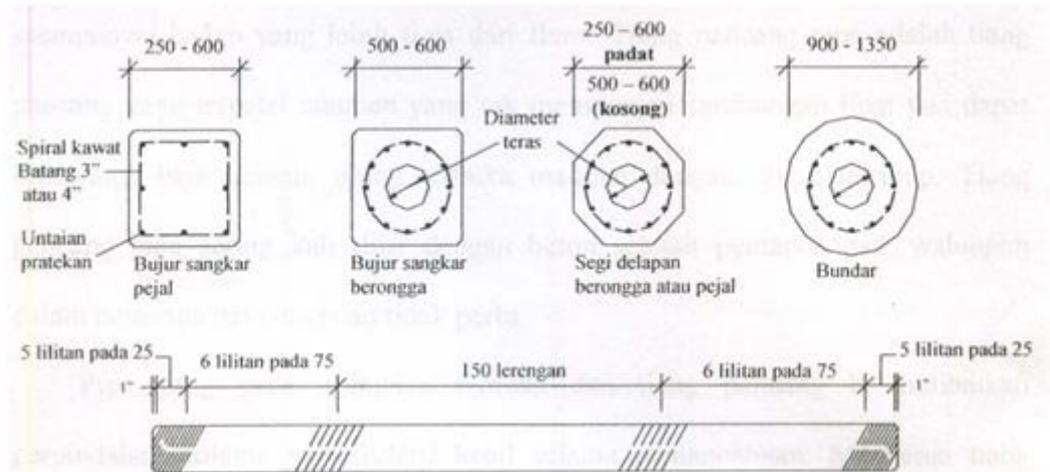
teliti, sebab kalau ternyata panjang dari pada tiang ini kurang terpaksa harus dilakukan penyambungan, hal ini adalah sulit dan banyak memakan waktu.



Gambar 3.2 Precast Reinforced Concrete Pile

## 2. 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 3.3 Precast Prestressed Concrete Pile

## 3. Cast in Place Pile

Pondasi tiang pancang tipe ini adalah pondasi yang dicetak ditempat dengan jalan dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan cara

mengebor tanah seperti pada pengeboran tanah pada waktu penyelidikan tanah. Pada Cast in Place ini dapat dilaksanakan dua cara :

1. Dengan pipa baja yang dipancangkan ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton dan ditumbuk sambil pipa tersebut ditarik keatas.
2. Dengan pipa baja yang dipancangkan kedalam tanah, kemudian diisi dengan beton, sedangkan pipa tersebut tetap tinggal didalam tanah.

### 3.3.3 Tiang Pancang Baja

Pada umumnya, tiang pancang baja struktur harus berupa profil baja gilas biasa, tetapi tiang pancang pipa dan kotak dapat digunakan. Bilamana tiang pancang pipa atau kotak dapat digunakan, dan akan diisi dengan beton, mutu beton tersebut minimum harus K250.

Kebanyakan tiang pancang baja ini berbentuk profil H. Karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini sendiri sangat besar sehingga dalam pengangkutan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti halnya pada tiang beton precast. Jadi pemakaian tiang pancang baja ini akan sangat bermanfaat apabila kita memerlukan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar.

Tingkat karat pada tiang pancang sangat berbeda-beda terhadap texture tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah dan keadaan kelembaban tanah.

- a. Pada tanah yang memiliki texture tanah yang kasar/kesap, maka karat yang terjadi karena adanya sirkulasi air dalam tanah tersebut hampir mendekati keadaan karat yang terjadi pada udara terbuka.
- b. Pada tanah liat (clay) yang mana kurang mengandung oxygen maka akan menghasilkan tingkat karat yang mendekati keadaan karat yang terjadi karena terendam air.
- c. Pada lapisan pasir yang dalam letaknya dan terletak dibawah lapisan tanah yang padat akan sedikit sekali mengandung oxygen maka lapisan pasir tersebut juga akan menghasilkan karat yang kecil sekali pada tiang pancang baja.

Pada umumnya tiang pancang baja akan berkarat dibagian atas yang dekat dengan permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena Aerated-Condition (keadaan udara pada pori-pori tanah) pada lapisan tanah tersebut dan adanya bahan-bahan organis dari air tanah. Hal ini dapat ditanggulangi dengan memoles tiang baja tersebut dengan (coaltar) atau dengan sarung beton sekurang-kurangnya 20” ( $\pm 60$  cm) dari muka air tanah terendah.

Karat/korosi yang terjadi karena udara (atmosphere corrosion) pada bagian tiang yang terletak diatas tanah dapat dicegah dengan pengecatan seperti pada konstruksi baja biasa.

### **3.3.4 Tiang Pancang Komposit**

Tiang Pancang Komposit adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama-sama sehingga merupakan satu tiang. Kadang-kadang pondasi tiang dibentuk dengan menghubungkan bagian atas dan bagian bawah tiang dengan bahan yang berbeda, misalnya dengan bahan beton diatas muka air tanah dan bahan kayu tanpa perlakuan apapun disebelah bawahnya. Biaya dan kesulitan yang timbul dalam pembuatan sambungan menyebabkan cara ini diabaikan.

## **3.4 Pondasi Tiang Pancang Menurut Pemasangannya**

### **3.4.1 Tiang Pancang Pracetak**

Tiang pancang pracetak adalah tiang pancang yang dicetak dan dicor didalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan dipancangkan. Tiang pancang pracetak ini menurut cara pemasangannya terdiri dari :

1. Cara penumbukan

Dimana tiang pancang tersebut dipancangkan kedalam tanah dengan cara penumbukan oleh alat penumbuk (hammer)

2. Cara penggelaran

Dimana tiang pancang tersebut dipancangkan kedalam tanah dengan cara penggetaran oleh alat penggetar (vibrator)

### 3. Cara penanaman

Dimana permukaan tanah dilubangi terlebih dahulu sampai kedalaman tertentu, lalu tiang pancang dimasukkan, kemudian lubang tadi ditimbun lagi dengan tanah

Cara penanaman ini ada beberapa metode yang digunakan :

1. Cara pengeboran sebelumnya, yaitu dengan cara mengebor tanah sebelumnya lalu tiang dimasukkan kedalamnya dan ditimbun kembali
2. Cara pengeboran inti, yaitu tiang ditanamkan dengan mengeluarkan tanah dari bagian dalam tiang
3. Cara pemasangan dengan tekanan, yaitu tiang dipancang kedalam tanah dengan memberikan tekanan pada tiang
4. Cara pemancaran, yaitu tanah pondasi diganggu dengan semburan air yang keluar dari ujung serta keliling tiang, sehingga tidak dapat dipancang kedalam tanah

#### **3.4.2 Tiang Yang Dicor Ditempat (Cast in Place Pile)**

Tiang yang dicor ditempat (cast in place pile) ini menurut teknik pengaliannya terdiri dari beberapa macam cara yaitu :

##### 1. Cara penetrasi alas

Cara penetrasi alas yaitu pipa baja yang dipancang kedalam tanah kemudian pipa baja tersebut dicor dengan beton

##### 2. Cara penggalian

Cara ini dapat dibagi lagi urut peralatan pendukung yang digunakan antara lain :

- Penggalian dengan tenaga manusia

Penggalian lubang pondasi tiang pancang dengan tenaga manusia adalah penggalian lubang pondasi yang masih sangat sederhana dan merupakan cara konvensional. Hal ini dapat dilihat dengan cara pembuatan pondasi dalam,

yang pada umumnya hanya mampu dilakukan pada kedalaman tertentu.

- Penggalian dengan tenaga mesin

Penggalian lubang pondasi tiang pancang dengan tenaga mesin adalah penggalian lubang pondasi dengan bantuan tenaga mesin, yang memiliki kemampuan lebih baik dan lebih canggih.

### 3.5 Alat 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. Pada gambar tersebut 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.



Gambar 3.4 Drop Hammer

## 2. Pemukul Aksi Tiang (Single-Acting Hammer)

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



Gambar 3.5 Single-Acting Hammer

## 3. Pemukul Aksi Double (Double-Acting Hammer)

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



Gambar 3.6 Double-Acting Hammer

#### 4. 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 3.7 Diesel Hammer

#### 5. Pemukul Getar (Vibratory Hammer)

Pemukul getar merupakan unit alat pancang yang bergetar pada frekuensi tinggi.



Gambar 3.8 Vibratory Hammer

### 3.6 Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang

Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Umumnya, aplikasi teknologi ini banyak diterapkan dalam metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman, sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Sehingga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana ditetapkan dapat tercapai.

Langkah-langkah dari pekerjaan untuk dimensi kubus/ukuran dan tiang pancang :

1. Menghitung daya dukung yang didasarkan pada karakteristik tanah dasar yang diperoleh dari penyelidikan tanah. Dari sini, kemudian dihitung kemungkinan nilai daya dukung yang diizinkan pada berbagai kedalaman, dengan memperhatikan faktor aman terhadap keruntuhan daya dukung yang sesuai, dan penurunan yang terjadi harus tidak berlebihan.
2. Menentukan kedalaman, tipe, dan dimensi pondasinya. Hal ini dilakukan dengan jalan memilih kedalaman minimum yang memenuhi syarat keamanan terhadap daya dukung tanah yang telah dihitung. Kedalaman minimum harus diperhatikan terhadap erosi permukaan tanah, pengaruh perubahan iklim, dan perubahan kadar air. Bila tanah yang lebih besar daya dukungnya berada dekat dengan kedalaman minimum yang dibutuhkan tersebut, dipertimbangkan untuk meletakkan dasar pondasi yang sedikit lebih dalam yang daya dukung tanahnya lebih besar. Karena dengan perletakan dasar pondasi yang sedikit lebih dalam akan mengurangi dimensi pondasi, dengan demikian dapat menghemat biaya pembuatan pelat betonnya.
3. Ukuran dan kedalaman pondasi yang ditentukan dari daya dukung diizinkan dipertimbangkan terhadap penurunan toleransi. Bila ternyata hasil hitungan daya dukung ultimit yang dibagi faktor aman mengakibatkan penurunan yang berlebihan, dimensi pondasi diubah sampai besar penurunan memenuhi syarat.

Tahapan pekerjaan pondasi tiang pancang adalah sebagai berikut :

**a. Pekerjaan Persiapan**

1. Membubuhi tanda, tiang pancang harus dibubuhi tanda serta tanggal saat tiang tersebut dicor. Titik-titik angkat yang tercantum pada gambar harus dibubuhi tanda dengan jelas pada tiang pancang. Untuk mempermudah perekaan, maka tiang pancang diberi tanda setiap 1 meter.
2. Pengangkatan / pemindahan, tiang pancang harus dipindahkan / diangkat dengan hati-hati sekali guna menghindari retak maupun kerusakan lain yang tidak diinginkan.
3. Rencanakan final set tiang, untuk menentukan pada kedalaman mana pemancangan tiang dapat dihentikan, berdasarkan data tanah dan data jumlah pukulan terakhir (final set).
4. Rencanakan urutan pemancangan, dengan pertimbangan kemudahan manuver alat. Lokasi stock material agar diletakkan dekat dengan lokasi pemancangan.
5. Tentukan titik pancang dengan theodolith dan tandai dengan patok.
6. Pemancangan dapat dihentikan sementara untuk penyambungan batang berikutnya bila level kepala tiang telah mencapai level muka tanah sedangkan level tanah keras yang diharapkan belum tercapai.

Proses penyambungan tiang :

- a. Tiang diangkat dan kepala tiang dipasang pada helmet seperti yang dilakukan pada batang pertama.
- b. Ujung bawah tiang didudukkan diatas kepala tiang yang pertama sedemikian sehingga sisi-sisi pelat sambung kedua tiang telah berhimpit dan menempel menjadi satu.
- c. Tempat sambungan las dilapisi dengan anti karat.
7. Selesai penyambungan, pemancangan dapat dilanjutkan seperti yang dilakukan pada batang pertama. Penyambungan dapat diulangi sampai mencapai kedalaman tanah keras yang ditentukan.
8. Pemancangan tiang dapat dihentikan bila ujung bawah tiang telah mencapai lapisan tanah keras/final set yang ditentukan.

9. Pemotongan tiang pancang pada cut off level yang telah ditentukan.

## **b. Proses Pengangkatan**

1. Pengangkatan tiang untuk disusun (dengan dua tumpuan)

Metode pengangkatan dengan dua tumpuan ini biasanya pada saat penyusunan tiang beton, baik itu dari pabrik ke trailer ataupun dari trailer ke penyusunan lapangan.

Persyaratan umum dari metode ini adalah jarak titik angkat dari kepala tiang adalah  $\frac{1}{5} L$ . Untuk mendapatkan jarak harus diperhatikan momen maksimum pada bentangan, harus sama dengan momen minimum pada titik angkat tiang sehingga dihasilkan momen yang sama.

Pada prinsipnya pengangkatan dengan dua tumpuan untuk tiang beton adalah dalam tanda pengangkatan dimana tiang beton pada titik angkat berupa kawat yang terdapat pada tiang beton yang telah ditentukan dan untuk lebih jelas dapat dilihat oleh gambar.

2. Pengangkatan dengan satu tumpuan

Metode ini biasanya digunakan pada saat tiang sudah siap akan dipancang oleh mesin pemancangan sesuai titik pemancangan yang telah ditentukan dilapangan.

Adapun persyaratan utama dari metode pengangkatan satu tumpuan ini adalah jarak antara kepala tiang dengan titik anker berjarak  $L/3$ .

Untuk mendapatkan jarak ini, haruslah diperhatikan bahwa momen maksimum pada tempat pengikatan tiang sehingga dihasilkan nilai momen yang sama.

## **c. Proses Pemancangan**

1. Alat pancang ditempatkan sedemikian rupa sehingga as hammer jatuh pada patok titik pancang yang telah ditentukan.

2. Tiang diangkat pada titik angkat yang telah disediakan pada setiap lubang. Tiang didirikan disamping *driving lead* dan kepala tiang dipasang pada helmet yang telah dilapisi kayu sebagai pelindung dan pegangan kepala tiang.
3. Ujung bawah tiang didudukkan secara cermat diatas patok pancang yang telah ditentukan.
4. Penyetelan vertikal tiang dilakukan dengan mengatur panjang *backstay* sambil diperiksa dengan waterpass sehingga diperoleh posisi yang betul-betul vertikal. Sebelum pemancangan dimulai, bagian bawah tiang diklem dengan *center gate* pada dasar *driving lead* agar posisi tiang tidak bergeser selama pemancangan, terutama tiang batang pertama.
5. Pemancangan dimulai dengan mengangkat dan menjatuhkan hammer secara kontiniu ke atas helmet yang terpasang diatas kepala tiang.

### 3.7 Quality Control

1. Kondisi fisik tiang
  - a. Seluruh permukaan tiang tidak rusak atau retak
  - b. Umur beton telah memenuhi syarat
  - c. Kepala tiang tidak boleh mengalami keretakan selama pemancangan

2. Toleransi

Vertikalisasi tiang diperiksa secara periodik selama proses pemancangan berlangsung. Penyimpangan arah vertikal dibatasi tidak lebih dari 1:75 dan penyimpangan arah horizontal dibatasi tidak lebih dari 75 mm.

3. Penetrasi

Tiang sebelum dipancang harus diberi tanda pada setiap setengah meter disepanjang tiang untuk mendeteksi penetrasi per

setengah meter. Dicatat jumlah pukulan untuk penetrasi setiap setengah meter.

#### 4. Final set

Pemancangan baru dapat dihentikan apabila telah dicapai final set sesuai perhitungan.

Metode pelaksanaan :

1. Penentuan lokasi titik dimana tiang akan dipancang.
2. Pengangkatan tiang.
3. Pemeriksaan kelurusan tiang.
4. Pemukulan tiang dengan palu (hammer) atau dengan cara hidrolik.

### **3.8 Daya Dukung Tiang Pancang**

#### **3.8.1 Kalendering**

Secara umum kalendering digunakan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang (beton maupun pipa baja) untuk mengetahui daya dukung tanah secara empiris melalui perhitungan yang dihasilkan oleh proses pemukulan alat pancang. Alat pancang disini berupa diesel hammer maupun hydraulic hammer. Biasanya kalendering dalam proses pemancangan tiang pancang merupakan item wajib yang harus dilaksanakan dan menjadikan laporan untuk proyek. Sebagai tambahan selain kalendering dilakukan pengecekan dengan PDA tes. Perhitungan kalendering menghasilkan output yang berupa daya dukung tanah dalam Ton.

Sebenarnya metode pelaksanaan kalendering hanyalah sederhana. Alat yang disediakan cukup spidol, kertas milimeterblock, selotip, dan kayu pengarah spidol agar selalu pada posisinya. Alat tersebut biasanya juga telah disediakan oleh subkon pancang. Dan pelaksanaannya pun merupakan bagian dari kontrak pemancangan. Pelaksanaannya dilakukan pada saat 10 pukulan terakhir. Kapan saat dilaksanakan kalendering adalah saat hampir mendekati top pile yang diisyaratkan, Final Ser 3cm untuk 10 pukulan

terakhir, atau bisa dilihat dari data bore log. sebenarnya ada beberapa faktor lain tergantung kondisi dilapangan.

Tahapan pelaksanaannya yaitu :

1. Saat kalendering telah ditentukan dihentikan pemukulannya oleh hammer
2. Memasang kertas milimeterblock pada tiang pancang menggunakan selotip
3. Menyiapkan spidol yang ditumpu pada kayu, kemudian menempelkan ujung spidol pada kertas milimeter
4. Menjalankan pemukulan
5. Satu orang melakukan kalendering dan satu orang mengawasi serta menghitung jumlah pukulan
6. Setelah 10 pukulan kertas milimeter diambil
7. Tahap ini bisa dilakukan 2-3 kali agar memperoleh grafik yang bagus
8. Usahakan kertas bersih, karena kalau menggunakan diesel hammer biasanya kena oli dan grafiknya jadi kurang valid karena tertutup oli
9. Setelah tahapan selesai hasil kalendering ditanda tangani kontraktor, pengawas, dan direksi lapangan untuk selanjutnya dihitung daya dukungnya

Kapasitas daya dukung tiang pancang dapat dihitung dengan rumus dinamis (*Hiley*)

$$R = \frac{2 W H}{S + K} + \frac{W + N^2 P}{W + P}$$

Dimana :

R = Kapasitas daya dukung batas (ton)

W = Berat Palu atau Hammer (ton)

P = Berat Tiang Pancang (ton)

H = Tinggi jatuh Hammer (ton)

S = Penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir /  
Final Set (cm) Kalendering\*

K = Rata-rata rebound untuk 10 pukulan terakhir (Cm)  
Kalendering\*

N = Koefisien Restitusi

0,4 – 0,5 untuk palu besi cor; tiang beton tanpa helm

Setelah itu daya dukung mendapatkan factor koreksi

Untuk menghitung daya dukung yang dipakai :

$$R_{pakai} = ef \times R \times \left( \frac{1}{SF} \right)$$

Efisiensi Palu (ef)

Ef = 0,8 - 0,9 untuk diesel hammer

Faktor aman (SF)

SF = 3 untuk Permanen Load

### 3.8.2 Pile Driving Analyzer (PDA) Test

Pile Driving Analyzer Test atau sering disingkat PDA Test adalah suatu sistem pengujian dengan menggunakan data digital komputer yang diperoleh dari *strain transducer* dan *accelerometer* untuk memperoleh kurva gaya dan kecepatan ketika tiang dipukul menggunakan palu/hammer dengan berat tertentu. Metode pengujian PDA menggunakan “Case Methode”. Untuk beban palu/hammer yang digunakan 1% - 2% dari kapasitas desain load tiang yang direncanakan.

Adapun hasil yang didapat dari PDA Test adalah :

1. Kapasitas daya dukung tiang
2. Nilai keutuhan tiang
3. Penurunan/displacemen tiang
4. Efisiensi dari transfer energi pukulan palu/hammer terhadap tiang

Pada Umumnya, pengujian dengan metode PDA dilaksanakan setelah tiang mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan hammer/palu atau umur tiang telah mencapai 28 hari.

## **I. Perlengkapan Test PDA**

Pada pengujian PDA Test peralatan yang digunakan adalah :

1. PDA-PAX
2. Dua buah wireless strain transducer
3. Dua buah wireless accelerometer
4. Peralatan tambahan seperti gerinda, bor tangan dan Alat Pelindung Diri (APD)

## **II. Metode Kerja PDA Test**

Pengujian PDA pelaksanaannya mengacu pada ASTM D-4945-08 (Standart Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations). Prosedur pengujian PDA Test :

1. Pekerjaan Persiapan, meliputi :
  - Penggalian tanah sekeliling kepala tiang apabila kepala tiang rata dengan permukaan tanah
  - Perapian kepala tiang agar rata, simetris dan tegak lurus
  - Pemasangan instrumen strain transducer dan accelerometer kemudian periksa koneksitas peralatan pengujian secara keseluruhan
  - Masukkan data tiang dan palu pada PDA-PAX. Data tiang seperti nomor identifikasi tiang, tanggal pemancangan tiang, luas penampang tiang, panjang tiang yang digunakan serta panjang tiang yang tertanam. Data palu adalah berat palu yang digunakan
  - Lakukan pengecekan ulang untuk memastikan pengujian telah siap dilakukan
2. Pekerjaan Pengujian, meliputi :
  - Palu diangkat setinggi 1,5 – 2 m dengan menggunakan alat crane lalu dijatuhkan ke kepala tiang. Posisi palu saat

dijatuhkan harus tegak lurus agar energi yang ditransferkan oleh palu ke tiang bisa maksimum.

- Setelah palu dijatuhkan ke kepala tiang, didapat variable tiang yang diuji seperti kapasitas daya dukung tiang (RMX), energi, displacement / penurunan maksimum tiang (DMX) dan nilai keutuhan tiang (BTA).
- Setelah pengujian dilaksanakan, dilakukan analisa lebih lanjut dengan Metode Case Pile Wave Analysis Program (CAPWAP) untuk memperoleh load transfer tiang, perilaku tanah disekeliling tiang, kapasitas fraction (tahanan selimut), kapasitas end bearing (tahanan ujung), tegangan tekan maksimum (CSX), tegangan tarik maksimum (TSX) serta penurunan tiang.
- Hasil pengujian beban maksimum harus 200% dari beban rencana/desain load.

### 3.9 Faktor Aman

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud :

- a. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan
- b. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah
- c. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja
- d. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi
- e. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas toleransi

Sehubungan dengan alasan butir (d), dari hasil banyak pengujian-pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang

berdiameter kecil sampai sedang (600mm), penurunan akibat beban bekerja (working load) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5 (Tomlinson, 1977).

Besarnya beban bekerja (working load) atau kapasitas tiang ijin (Qa) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit (Qu) dibagi dengan faktor aman (SF) yang sesuai. Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk pemancangan pondasi tiang pancang, sebagai berikut :

Tipe Hammer	Efficiency, E
Single and Double Acting Hammer	0.7 – 0.8
Diesel Hammer	0.8 – 0.9
Drop Hammer	0.7 – 0.9

Tabel 3.1 Effisiensi Hammer

Pile Material	Coefficient of restitution, n
Cast Iron Hammer and Concrette Pile (Without Cap)	0.4 – 0.5
Wood cushion on steel pile	0.3 – 0.4
Wooden pile	0.25 – 0.3

Tabel 3.2 Koef. Restitusi

Pemakaian pondasi tiang pancang beton mempunyai keuntungan dan kerugian antara lain adalah sebagai berikut :

**Keuntungannya yaitu :**

1. Karena tiang dibuat dipabrik dan pemeriksaan kualitas ketas, hasilnya lebih dapat diandalkan. Lebih-lebih karena pemeriksaan dapat dilakukan setiap saat.
2. Prosedur pelaksanaan tidak dipengaruhi oleh air tanah.
3. Daya dukung dapat diperkirakan berdasarkan rumus tiang pancang sehingga mempermudah pengawasan pekerjaan konstruksi.

4. Cara penumbukan sangat cocok untuk mempertahankan daya dukung vertikal.

**Kerugiannya yaitu :**

1. Karena dalam pelaksanaannya menimbulkan getaran dan kegaduhan maka pada daerah yang berpenduduk padat di kota dan desa, akan menimbulkan masalah disekitarnya.
2. Pemancangan sulit, bila diameter tiang terlalu besar.
3. Bila panjang tiang pancang kurang, maka untuk melakukan penyambungannya sulit dan memerlukan alat penyambung khusus.
4. Bila memerlukan pemotongan maka dalam pelaksanaannya akan lebih sulit dan memerlukan waktu yang lama.

**Metode Pelaksanaan :**

1. Penentuan lokasi titik dimana tiang akan dipancang.
2. Pengangkatan tiang.
3. Pemeriksaan kelurusan tiang.
4. Pemukulan tiang dengan palu (hammer) atau dengan cara hidrolis.

## BAB IV PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPANGAN

### 4.1 Pondasi Tiang Pancang (*Pile Foundation*)

Pondasi 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 langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (steel), dan beton. Tiang pancang 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.

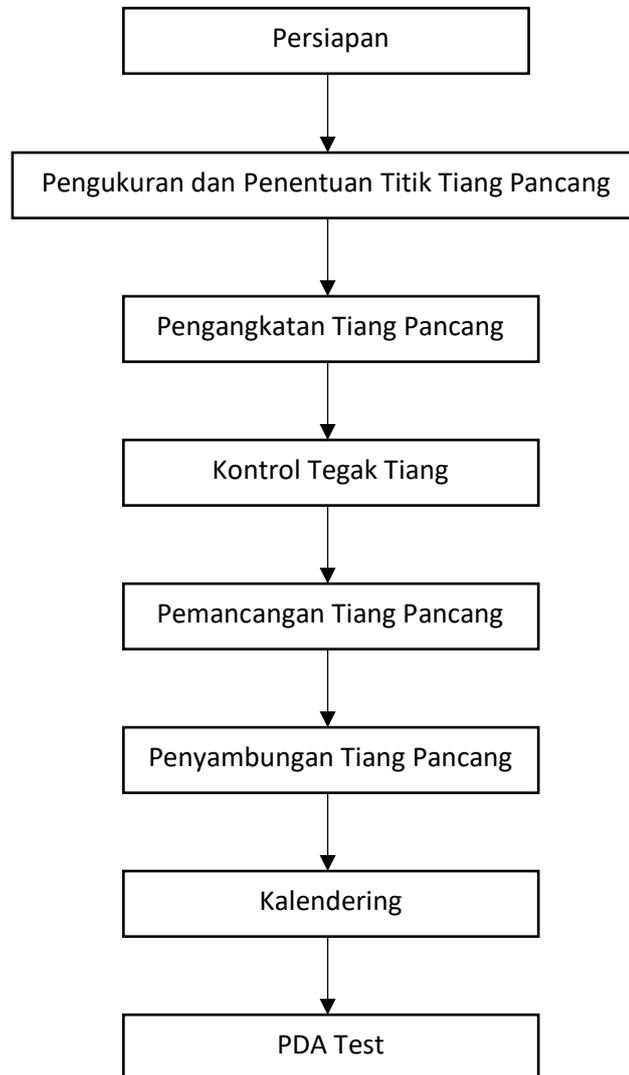


Gambar 4.1 Pemancangan Tiang Pancang

Sumber : Dokumentasi Pribadi 2020

#### 4.2 Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang (*Pile Foundation*)

Pondasi Tiang Pancang digunakan pada Pembangunan Jalan Tol Ruas Simpang Indralaya – Muara Enim. Tahapan Pekerjaan Tiang Pancang bisa dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Bagan Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

## **4.3 Pekerjaan Persiapan**

### **4.3.1 Peralatan**

Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Tiang Pancang dibutuhkan beberapa alat untuk membantu pekerjaan dan mempermudah pekerjaan tersebut diantaranya :

#### **1. Diesel Hammer**

Diesel Hammer adalah sebuah alat yang digunakan untuk memancang tiang pancang ke dalam tanah. Jenis ini terdiri dari hammer dengan penyentak diesel dengan sumber energi dari berat sendiri dan tekanan udara, serta akibat pembakaran bahan bakar diesel.

#### **2. Crawler Crane**

Crawler Crane merupakan alat pengangkat material yang digunakan untuk mengangkat material seperti tiang pancang.

#### **3. Theodolite**

Theodolite digunakan untuk mengukur dan menentukan titik tiang pancang serta mengetahui tegak lurus tiang pancang.

#### **4. Waterpass**

Waterpass digunakan untuk mengetahui tegak lurus tiang pancang

#### **5. Meteran**

Meteran digunakan untuk mengukur jarak antara tiang pancang.

#### **6. Mesin Las**

Mesin Las digunakan untuk menyambungkan tiang pancang.

#### 4.3.2 Material

Ada beberapa material yang dibutuhkan dalam pemancangan, diantaranya adalah :

##### 1. Tiang Pancang

Tiang Pancang terbagi menjadi tiga bagian :

- a. Bottom dengan Panjang 6m – 15m
- b. Middle dengan Panjang 6m – 15m
- c. Upper dengan Panjang 6m – 9m

##### 2. Kawat Las

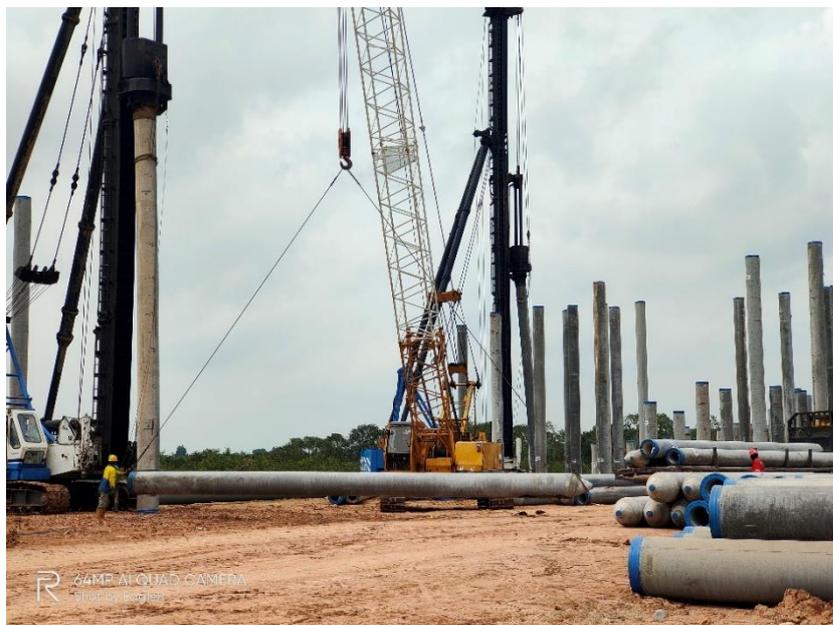
Kawat Las digunakan untuk pengelasan dalam penyambungan tiang pancang.

##### 3. Cat

Cat digunakan untuk memberikan Marking tiap 0,5 m pada tiang pancang dan untuk mengecat penyambungan tiang pancang.

#### 4.3.3 Pemindahan Material Tiang Pancang

Pemindahan Material Tiang Pancang kelokasi dekat titik pemancangan untuk mempermudah pengangkatan pada saat pemancangan. Pemindahan tiang pancang ini menggunakan crawler crane.



Gambar 4.3 Pemindahan Tiang Pancang

Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

#### 4.3.4 Pemberian Marking Pada Tiang Pancang

Pemberian Marking pada tiang pancang dengan cat setiap interval 0,5 m dan pemberian nomor pada tiang pancang 1 m berguna untuk mengetahui batas kedalaman tiang pancang pada saat dilakukan pemancangan.



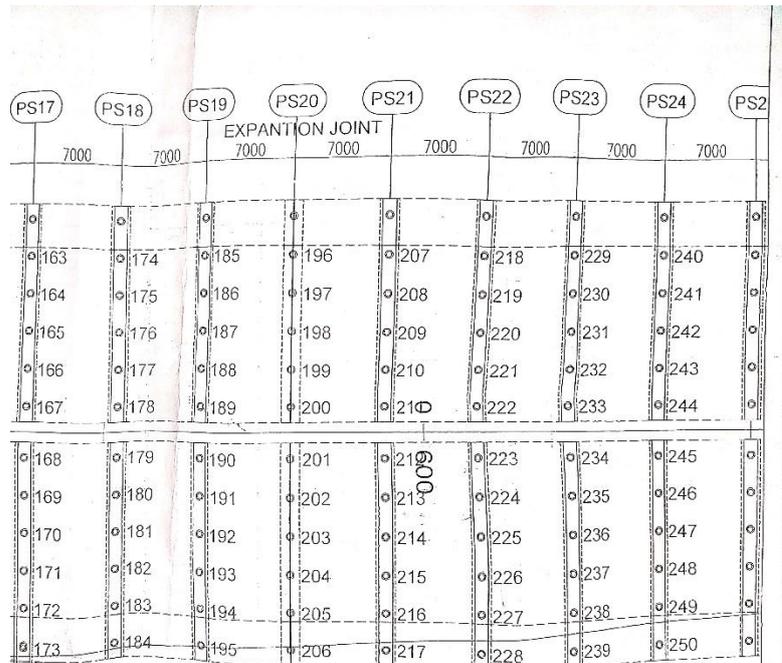
Gambar 4.4 Pemberian Marking Pada Tiang Pancang

Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

#### 4.4 Pengukuran dan Penentuan Titik Tiang Pancang

Pengukuran dan Penentuan Titik Tiang Pancang merupakan kegiatan memindahkan tata gambar rencana kedalam lokasi proyek. Posisi titik yang akan dipancang ditentukan dan ditandai terlebih dahulu. Penentuan titik pancang ditentukan oleh tali yang telah ditentukan di atas tanah dan diukur menggunakan *theodolite*. Kemudian pengukuran titik-titik pancang ditentukan dengan jarak yang sesuai dengan gambar perencanaan

dimana dalam penentuan titik-titik tersebut harus selalu dikontrol oleh surveyor.



Gambar 4.5 Denah Tiang Pancang

Sumber Data Proyek PT. Utama Karya Persero tbk.



Gambar 4.6 Pengukuran Titik Tiang Pancang

Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

#### 4.5 Pengangkatan Tiang Pancang

Dalam Pengangkatan Tiang Pancang perlu diperhatikan proses pengangkatan pada saat konstruksi adalah posisi angkat, sling pengangkat dan saat penarikan. Posisi titik angkat  $1/3$  panjang tiang dari atas tiang, sling pengangkat mempunyai titik aman (SF)  $\geq 3$ , bebas karat dan bebas rantas. Saat penarikan jarak tiang pancang dengan crane tidak boleh terlalu jauh dan harus bebas dari benda-benda yang mengganggu.



Gambar 4.7 Pengangkatan Tiang Pancang Pada Saat Pemancangan

Sumber Dokumentasi Pribadi

#### 4.6 Kontrol Tegak Tiang Pancang

Sebelum dilakukan Pemancangan, kelurusan tiang pancang harus dicek terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan berupa pecah atau retak pada tiang pancang. Pada tahap ini kelurusan tiang pancang diukur dengan menggunakan *theodolite* dan *waterpass*.



Gambar 4.8 Pengecekan Kelurusan Tiang Pancang dengan Waterpass  
Sumber Data Pribadi 2020

#### **4.7 Pemancangan Tiang Pancang**

Pemancangan Tiang Pancang dilakukan setelah pengecekan kelurusan tiang pancang selesai. Selanjutnya pemancangan dilakukan dengan menggunakan alat diesel hammer. Operator tugasnya mengontrol hammer untuk pemancangan pada mobil crane, satu orang bertugas mengikat tali hammer pada mobil untuk menjatuhkan hammer, satu orang mengatur suspensi hammer dan satu orang menghitung jumlah pukulan.



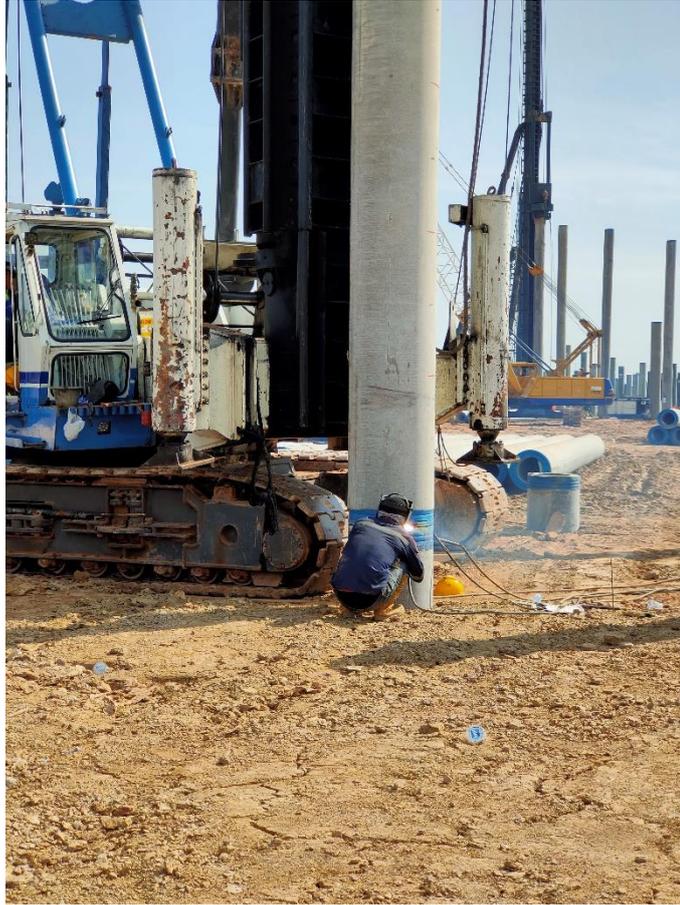
Gambar 4.9 Proses Pemancangan  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

#### **4.8 Penyambungan Tiang Pancang**

Penyambungan tiang pancang dilakukan dengan pengangkatan tiang pancang middle dengan posisi tiang harus lurus segaris, permukaan tiang bottom dan middle harus menempel sempurna kemudian disambungkan dengan cara dilas, pengelasan ini dibutuhkan waktu sekitar 20-30 menit.



Gambar 4.10 Menempelkan permukaan tiang bottom dan middle  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020



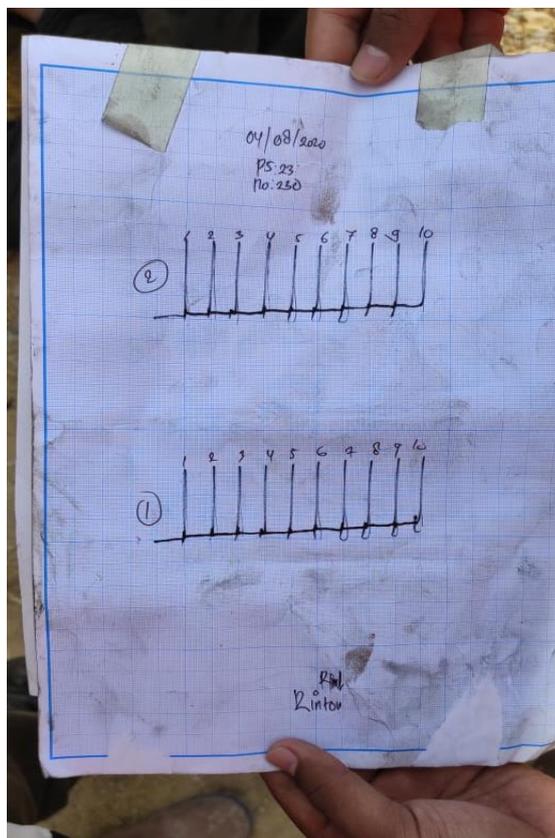
Gambar 4.11 Penyambungan Tiang Pancang dengan Las  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

#### **4.9 Kalendering Pada Tiang Pancang**

Secara umum kalendering digunakan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang untuk mengetahui daya dukung tanah melalui perhitungan dihasilkan oleh proses pemukulan alat pancang. Alat pancang disini berupa diesel hammer. Biasanya kalendering dalam proses pemancangan tiang pancang merupakan item wajib yang harus dilaksanakan dan menjadikan laporan untuk proyek.



Gambar 4.12 Pengambilan Data Kalendering  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020



Gambar 4.13 Hasil Grafik Data Kalendering  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

Kapasitas daya dukung tiang pancang dapat dihitung dengan rumus diamis (Hiley).

$$R = \frac{2WH}{S+K} + \frac{W+N^2P}{W+P}$$

Dimana :

R = Kapasitas daya dukung batas (ton)

W = Berat Palu atau Hammer (ton)

P = Berat Tiang Pancang (ton)

H = Tinggi jatuh Hammer (ton)

S = Penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir / Final Set (cm) Kalendering\*

K = Rata-rata rebound untuk 10 pukulan terakhir (Cm) Kalendering\*

N = Koefisien Restitusi

0,4 – 0,5 untuk palu besi cor; tiang beton tanpa helm

Setelah itu daya dukung mendapatkan factor koreksi

Untuk menghitung daya dukung yang dipakai :

$$R_{pakai} = ef \times R \times \left( \frac{1}{SF} \right)$$

Efisiensi Palu (ef)

Ef = 0,8 -0,9 untuk diesel hammer

Faktor aman (SF)

SF = 3 untuk Permanen Load

#### 4.10 Pile Driving Analyzer (PDA) Test

Setelah 3 hari pekerjaan pemancangan (jangka waktu menstabilkan tanah setelah pekerjaan pemancangan). Selanjutnya test Pile Driving Analyzer dilakukan, Tujuan pengujian tiang dengan PDA test adalah untuk mengetahui daya dukung aksial tiang.

Prosedur Pengujian PDA Test :

1. Pemasangan transducer dan accelerometer dengan cara dibor pada sisi tiang dan saling tegak lurus dengan jarak minimal  $1,5 - 2 \times$  diameter kepala tiang,

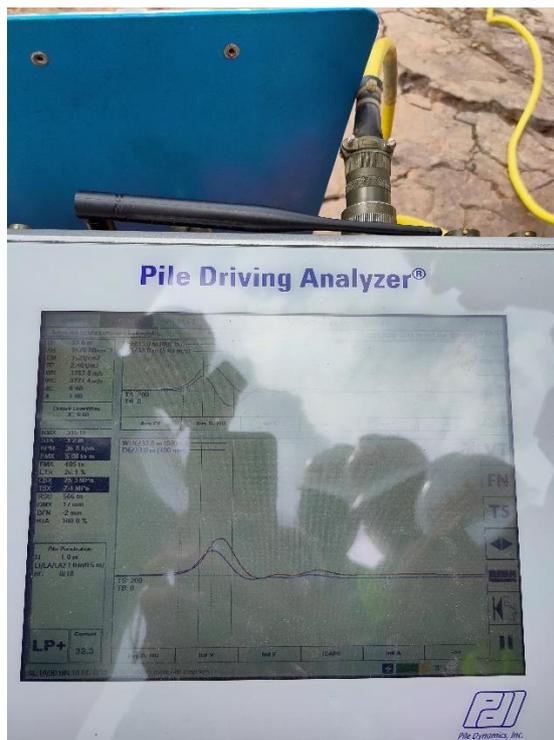


Gambar 4.14 Pemasangan Transduces dan Accelerometer  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

2. Setelah alat PDA terpasang dilakukan dengan alat diesel hammer, dengan cara mengangkat hammer setinggi 2 meter lalu dijatuhkan ke kepala tiang.
3. Setelah hammer dijatuhkan ke kepala tiang, didapat nilai tiang yang di uji.



Gambar 4.15 Alat Pile Driving Analyzer (PDA) Test  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020



Gambar 4.16 Bacaan Hasil Pengujian Pada Monitor PDA  
Sumber Dokumentasi Pribadi 2020

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil kerja praktik dilapangan pada Pembangunan Tol Ruas Simpang Indralaya–Muara Enim Seksi Simpang Indralaya–Prabumulih yang telah dilakukan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Beberapa tahapan pekerjaan pelaksanaan tiang pancang, meliputi :
  - a. Persiapan
  - b. Pengukuran dan Penentuan Titik Tiang Pancang
  - c. Kontrol Tegak Lurus Tiang Pancang
  - d. Pemancangan
  - e. Penyambungan Tiang Pancang
  - f. Pengambilan Data Kalendering
  - g. Melakukan Pile Driving Analyzer Test
  
2. Daya dukung tiang didapatkan dari pengambilan data kalendering dan Pile Driving Analyzer Test
  
3. Pengujian PDA Test dilakukan beberapa hari setelah pemancangan (menstabilkan tanah setelah kondisi pemancangan)

## 5.2 Saran

Pekerjaan pemancangan pondasi tiang pancang pada Pembangunan Tol Ruas Simpang Indralaya–Muara Enim Seksi Simpang Indralaya–Prabumulih sudah sesuai dengan prosedur. Penulis akan menyampaikan beberapa saran yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan tiang pancang ini :

1. Dalam pekerjaan pelaksanaan tiang pancang harus mempersiapkan peralatan untuk memancang ( Diesel Hammer ) yang normal dan tidak bermasalah karena jika bermasalah atau terjadi kerusakan pada saat pemancangan itu sehingga tidak terjadi keterlambatan atau telatnya jadwal pemancangan.
2. Bekas pemotongan tiang pancang sebaiknya ditempatkan pada tempat yang harus ditentukan.
3. Agar lebih memperhatikan keamanan Pekerja dengan memakai Alat Pelindung Diri (APD) atau Safety yang telah disediakan.

## DAFTAR PUSAKA

Website PT. Hutama Karya Infrastruktur ( Persero )

<https://www.ilmutekniksipil.com/teknik-pondasi/pondasi-tiang-pancang-kayu>

<https://kontraktorpancangpalembang.wordpress.com/2019/02/07/pondasi-tiangpancang/>

<http://www.abuildersengineer.com/2012/12/concrete-piles-uses.html>

<http://indonesian.hydraulicpilingmachine.com/sale-11391060-drop-hammerpiling-rig-two-movement-types-crawler-type-walking-type.html>

<http://www.conmaco.com/html/offshore.html>

<https://civil-engg-world.blogspot.com/2013/06/types-pile-hammer-pile-foundation-part-1.html>

<http://pilarjatimandiri.blogspot.com/2013/08/diesel-hammer.html>

<http://www.sevenocean.com.tr/vibratory-hammers.html>