

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan perekonomian di Indonesia semakin pesat, sehingga membuat pembangunan berbagai macam infrastruktur di Indonesia semakin berkembang. Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan ekonomi suatu negara.

Dalam setiap pembangunan infrastruktur, tentunya diharapkan infratraktur tersebut memiliki daya tahan yang lama. Perlu adanya desain perencanaan yang kuat serta akurat agar hal ini terlaksana. Salah satu yang harus diperhatikan dalam konstruksi bangunan adalah pondasi. Hal ini dikarenakan pondasi memiliki fungsi salah satunya yaitu meneruskan beban dari struktur atas menuju ke lapisan tanah dibawahnya.

Perencanaan pondasi sebagai struktur bawah secara umum dibagi menjadi 2 yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi dapat ditentukan berdasarkan beban rencana yang dipikul oleh pondasi berupa beban sendiri bangunan, beban hidup maupun beban gempa. Pemilihan jenis pondasi juga ditentukan berdasarkan pada jenis tanah dan daya dukungnya. Bila tanah keras terletak pada kedalaman lebih dari 3 meter dari permukaan tanah, maka jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi dalam. Jika pondasi yang direncanakan belum mencapai pada tanah keras, maka akan terjadi penurunan yang tidak merata pada struktur bangunan dan meyebabkan kerusakan pada bangunan.

Pada pembangunan proyek konstruksi saat ini, penggunaan pondasi yang umumnya digunakan adalah Pondasi spun pile dan bore pile. Permasalahan yang timbul yaitu jenis pondasi apakah yang paling cocok digunakan. Tentunya setiap jenis pondasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing – masing. Dengan memahami kriteria dari jenis pondasi – pondasi yang ada, maka penentuan pondasi yang tepat dapat terlaksana, tergantung dari lokasi, lingkungan dan kondisi alam sekitar.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis perbandingan antara penggunaan pondasi spun pile dan bore pile. Perbandingan tersebut dilihat dari segi biaya serta waktu yang dibutuhkan dari masing-masing pondasi tersebut.

Penelitian ini akan dilakukan di Proyek Pembangunan Gardu Induk Tegangan Tinggi 500/ 275 KV Perawang. Proyek tersebut dikerjakan oleh perusahaan PT Indokomas Buana Perkasa ( VINCI ENERGIES ), dengan tujuan untuk menambah gedung kontrol sebagai kontrol arus distribusi dari 500 KV . Nilai total kontrak proyek tersebut secara keseluruhan sebesar Rp. 389.084.121.361,- (Tiga ratus delapan puluh sembilan miliar delapan puluh empat juta seratus dua puluh satu ribu tiga ratus enam puluh satu rupiah ), dengan waktu pelaksanaan selama 720 hari kalender (10 Januari 2019 s/d 31 Desember 2020). Adapun yang dianalisa adalah jenis pondasi dan biaya yang diperlukan untuk pekerjaan pondasi. Jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi bore pile, namun di RAB kontrak adalah pondasi tiang pancang (*spun pile*) dengan kedalaman 20-48 m dengan mutu beton K-600.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun beberapa permasalahan yang akan timbul dalam pembahasan ini yaitu:

1. Dari kedua alternatif yaitu pondasi *spun pile* dan pondasi *bore pile*, manakah yang lebih ekonomis ditinjau dari segi biaya pelaksanaan?
2. Dari kedua alternatif yaitu pondasi *spun pile* dan pondasi *bore pile*, manakah yang lebih cepat ditinjau dari segi waktu pelaksanaan?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui perbandingan biaya yang dikeluarkan pada penggunaan kedua jenis pondasi.
- b. Mengetahui perbandingan waktu yang dibutuhkan pada penggunaan pondasi *spun pile* dan *bore pile*.
- c. Mengetahui kelebihan serta kekurangan penggunaan pondasi *spun pile* dan *bore pile*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai bahan untuk pemilihan jenis pondasi dalam yang sesuai pada suatu konstruksi.
- b. Pembaca dapat memahami kelebihan serta kekurangan dari pondasi *spun pile* dan *bore pile* sebagai pondasi dalam.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Maksud penelitian ini adalah untuk membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan pondasi *spun pile* dengan pondasi *bore pile*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi apa saja kelebihan dan kekurangan penggunaan dari kedua pondasi tersebut, mengetahui waktu yang diperlukan serta biaya yang dikeluarkan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Pada setiap proyek konstruksi memiliki karakteristik yang unik dan berbeda-beda. Yang mana karakteristik tersebut sangat mempengaruhi pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk itu diperlukan cara khusus dalam masing-masing proyek konstruksi agar tiga standar utama terpenuhi. Tiga standar utama atau *Triple Constraint* tersebut adalah: tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Setiap perencana maupun pelaksana harus memiliki kemampuan mengelola *Triple Constraint* tersebut agar proyek konstruksi berjalan sesuai tujuan. Terlebih kemampuan tersebut adalah modal utama bersaing dalam industri konstruksi.

Pondasi merupakan bagian struktur yang pertama dikerjakan. Oleh sebab itu sangat menentukan waktu, biaya pelaksanaan dan mutu keseluruhan struktur diatasnya. Maka studi khusus tentang pemilihan pondasi yang tepat agar *Triple Constraint* tersebut dapat dicapai penting untuk dilakukan.

#### **2.2 Penelitian Sebelumnya**

Berikut adalah uraian beberapa penelitian terdahulu yang menjadi salah satu acuan dalam penelitian yang penulis lakukan :

##### **1. Penelitian Pagehgiri ( 2015 )**

Pagehgiri (2015) meneliti penggunaan pondasi *mini pile* dan tiang bor pada pembangunan ruang kelas SMPN 10 Denpasar, untuk mengetahui jenis pondasi yang paling ekonomis dan efisien. Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan pondasi tiang bor dengan diameter 30 cm dan kedalaman 4 m dengan pondasi *mini pile* dengan ukuran 25x25 cm<sup>2</sup> dan kedalaman 4 m. Hasil penelitian ini didapatkan total biaya untuk pondasi *mini pile* dengan metode AHSP 2016 menelan biaya sebesar Rp 104.439.399,3 (seratus empat juta empat ratus tiga puluh sembilan ribu tiga ratus sembilan puluh

sembilan koma tiga rupiah) dengan waktu pengerjaan 33,78 hari. Sedangkan pada pondasi tiang bor dengan metode AHSP 2016 dibutuhkan biaya sebesar Rp 70.309.270,33 (tujuh puluh juta tiga ratus sembilan ribu dua ratus tujuh puluh koma tiga tiga rupiah) dengan waktu pengerjaan 22,51 hari. Dari hasil penelitian tersebut maka dipilih tipe pondasi tiang bor karena biayanya lebih ekonomis dan waktu pengerjaan lebih singkat.

## **2. Penelitian Sembiring ( 2019 )**

Sembiring (2019) meneliti 1 kelompok pondasi tiang yang terdiri dari 4 pondasi tiang bor dan sebagai perbandingannya 1 kelompok pondasi tiang yang terdiri dari 4 pondasi tiang pancang. Terdapat 6 kelompok tiang pondasi yang diteliti dengan lokasi tiap kelompok tiang pondasi yang berbeda-beda. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan pondasi tiang pancang Rp 275.198.220,83 (dua ratus tujuh puluh lima juta seratus sembilan puluh delapan ribu dua ratus dua puluh koma delapan tiga rupiah), lebih murah jika dibandingkan tipe pondasi tiang bor yang menelan biaya sebesar Rp 495.887.437,06 (empat ratus sembilan puluh lima juta delapan ratus delapan puluh tujuh ribu empat ratus tiga puluh tujuh koma nol enam). Selisih prosentase harga sebesar 44,50%. Sedangkan dari segi waktu pelaksanaan tiang pancang lebih cepat 66,67% dibandingkan pelaksanaan pondasi tipe tiang bor. Dengan lama pelaksanaan tiang pancang selama 16 hari dan pelaksanaan tiang bor selama 48 hari. Dalam pelaksanaannya kedua pondasi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Maka pada pelaksanaannya dipilih tiang bor dengan beberapa pertimbangan. Faktor utamanya adalah metode pelaksanaan tiang bor yang memungkinkan dilaksanakan pada lokasi yang terhimpit oleh bangunan-bangunan yang sudah ada, sehingga mobilisasi material tiang bor lebih ringkas dibanding mobilisasi tiang pancang atau tiang pancang yang harus menggunakan truk yang sangat panjang. Terlebih pada pelaksanaan instalasi tiang pancang sangat berisiko menimbulkan getaran yang dapat merusak konstruksi bangunan yang berada disekitar lokasi proyek. Walaupun tiang bor juga memiliki kendala pelaksanaan yaitu harus selalu dicek kedalaman dan keadaan tanah sekitar lubang bor apakah terjadi kelongsoran atau tidak.

### **3. Penelitian Agung ( 2020 )**

Agung dkk. (2020) menganalisa produktivitas biaya dan waktu pada pelaksanaan pembangunan pondasi Gedung Bung Karno Bali Beach Convention Center.. Maka dari itu membuat penulis melakukan penelitian mengenai produktifitas pekerjaan dan anggaran biaya pelaksanaan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yang selanjutnya akan di analisis produktivitas pekerjaan digunakan untuk mendapatkan waktu pekerjaan kemudian dari harga satuan pekerjaan yang telah disurvei dikali dengan volume dan durasi atau waktu pekerjaan pada ongkos sewa alat dan ongkos tenaga kerja maka akan menghasilkan biaya dari pekerjaan tersebut. Hasil dari Analisa tersebut menghasilkan waktu total untuk pembuatan pondasi bore pile yaitu 62 hari dan anggaran biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk pekerjaan bore pile yaitu Rp. 3,692,239,155.00

### **4. Penelitian Asmoro dan Setiyono ( 2021 )**

Asmoro dan Setiyono (2021) pada penelitiannya tentang analisi pemilihan dan penggunaan tipe pondasi tiang bor dan tiang pancang pada pembangunan Gedung DPRD Kota Surabaya mendapat kesimpulan bahwa pondasi tipe tiang pancang memiliki kebutuhan biaya lebih kecil dibanding tiang bor dan waktu pelaksanaan juga lebih singkat dibanding pondasi tipe tiang bor. Tipe pondasi tiang bor dengan ukuran diameter 80 cm dan kedalaman 27 m sebanyak 71 titik memerlukan biaya sebesar Rp 2.691.403.007,81 (dua milyar enam ratus sembilan puluh satu juta empat ratus tiga ribu tujuh koma delapan satu rupiah) dengan waktu pelaksanaan selama 18 Hari. Sedangkan untuk tiang pancang dengan ukuran diameter 60 cm dan kedalam serta jumlah titik sama dengan tiang bor memerlukan biaya sebesar Rp 1.394.089.606,13 (satu milyar tiga ratus sembilan puluh empat juta delapan puluh sembilan ribu enam ratus enam koma satu tiga rupiah) dengan estimasi pelaksanaan selama 4 hari. Namun pada praktiknya tetap digunakan jenis pondasi tiang bor dengan pertimbangan keamanan bangunan yang ada disekitarnya.

### 2.3 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Penelitian terdahulu merupakan salah satu acuan dan referensi penelitian yang akan dilakukan. Antara setiap penelitian terdahulu yang dijadikan referensi memiliki perbedaan dalam fokus penelitian masing-masing, perbedaan tersebut dirangkum sebagai berikut :

**Tabel 2.1 Perbedaan antar Penelitian Terdahulu dan Akan Dilakukan**

| No | Peneliti      | Judul Penelitian                                                                                                                                 | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Pagehgi, 2015 | Analisis Penggunaan Pondasi <i>Mini Pile</i> dan Pondasi Tiang bor Terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pembangunan Ruang Kelas SMPN 10 Denpasar | <p>1. Mengetahui besar selisih biaya dan waktu, akibat perubahan pondasi pondasi tiang bor menjadi pondasi <i>mini pile</i> pada pelaksanaan pembangunan ruang kelas SMPN 10 Denpasar.</p> <p>2. Mengetahui Penyebab terjadinya Perbedaan Biaya dan waktu akibat perubahan Pondasi.</p> | <p>Hasil analisa pondasi dalam tiang pancang dengan dimensi 25x25 cm<sup>2</sup> dan kedalaman 4 m kalah unggul dari segi biaya dan waktu dibanding pondasi tiang bor dengan dimensi lebih besar yaitu diameter 30 cm dengan kedalaman 4 m.</p> <p>Pondasi tiang pancang membutuhkan biaya Rp 104.439.399,3 selama 33,78 hari. dan pondasi tiang bor membutuhkan biaya Rp 70.309.270,33 selama 22,51 hari.</p> |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan antar Penelitian Terdahulu dan Akan Dilakukan**

| No | Peneliti          | Judul Penelitian                                                                                                 | Tujuan                                                                                                                                                                                                           | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | Sembiring, (2019) | Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang dengan Tiang Bor pada Proyek Masjid Agung | <p>1. Membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pondasi tiang pancang dan tiang bor.</p> <p>3. mengetahui efisiensi waktu dan biaya antara kedua pondasi tiang apakah sama atau tidak.</p> | Hasil analisa pondasi dalam tiang pancang lebih unggul dari segi biaya dan waktu dibanding pondasi tiang bor. Pondasi tiang pancang membutuhkan biaya Rp 275.198.220,83 selama 16 hari. Dan pondasi tiang bor membutuhkan biaya Rp 495.887.437,06 selama 48 hari. |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan antar Penelitian Terdahulu dan Akan Dilakukan**

| No | Peneliti                      | Judul Penelitian                                                                                                    | Tujuan                                                                                                                                               | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Agung bagus putra dkk. (2020) | Biaya dan Produktivitas Pekerjaan Pondasi <i>Bore Pile</i> Gedung Bung Karno Bali Beach Convention Center           | Mengetahui biaya dan waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan pondasi dalam <i>Bore Pile</i>                                                          | Hasil analisa Produktivitas pondasi dalam bore pile yaitu 1480,94M3/jam.<br>Pondasi bore pile membutuhkan biaya Rp 3.692.239.155,00 selama 62 hari.                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4  | Asmoro dan Setiyono, (2021 )  | Analisis antara Penggunaan Pondasi <i>Bore Pile</i> dengan Tiang Pancang ( Studi Kasus : Gedung DPRD Kota Surabaya) | Mengetahui pilihan pondasi yang terbaik antara pondasi tiang pancang dan tiang bor dari segi biaya, waktu dan efek yang disebabkan untuk lingkungan. | Hasil analisa pondasi dalam tiang pancang dengan dimensi diameter 60 cm2 dan kedalaman 27 m lebih unggul dari segi biaya dan waktu dibanding pondasi tiang bor dengan dimensi lebih kecil yaitu diameter 80 cm dengan kedalaman 27 m.<br>Pondasi tiang pancang membutuhkan biaya Rp 1.394.089.606,13 selama 4 hari.<br>Dan pondasi tiang bor membutuhkan biaya Rp 2.691.403.007,81 selama 18 hari |

## **2.4 Posisi Penelitian Penulis**

Penelitian penulis memiliki objek yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Yaitu pada proyek pembangunan Gardu Induk Tegangan Tinggi 500/ 275 KV Perawang. Perencanaan yang sudah ada, pondasi dalam menggunakan pondasi tipe *bore pile*. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan pondasi dalam dengan menggunakan pondasi *spun pile*. Komparasi dilakukan dengan membandingkan kedua jenis pondasi dalam dari segi biaya dan waktu. sesuai dengan perencanaan yang sudah ada.

### **BAB III**

#### **LANDASAN TEORI**

Setiap proyek memiliki tujuan khusus, dan dalam proses pencapaian tujuan tersebut ada tiga konstrain yang harus dipenuhi, yang dikenal dengan *Trade-off Triangle* atau *Triple Constraint*. *Triple Constraint* adalah usaha pencapaian tujuan berdasarkan tiga batasan berikut :

a. Tepat biaya

Proyek harus dikerjakan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, baik biaya setiap item pekerjaan, periode pelaksanaan maupun biaya total sampai akhir proyek.

b. Tepat waktu

Proyek harus dikerjakan dengan waktu sesuai dengan jadwal pelaksanaan proyek (*schedulue*) yang telah direncanakan, yang ditunjukkan dalam bentuk prestasi pekerjaan (*work progres*).

c. Tepat mutu

Mutu produk atau disebut sebagai kinerja (*performance*), harus memenuhi spesifikasi dan kriteria dalam taraf yang diisyaratkan oleh pemilik.

Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggaraan proyek yang seiring diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Manajemen proyek dikatakan berhasil jika sasaran tersebut tercapai.

#### **3.1 Pengertian Manajemen Biaya**

Manajemen adalah kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Untuk itu, tujuan perlu ditetapkan terlebih dahulu, sebelum melibatkan sekelompok orang yang mempunyai kemampuan atau keahlian dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, manajemen berfungsi, untuk melaksanakan semua kegiatan yang diperlukan dalam pencapaian tujuan dengan batas-batas tertentu. (Widiasanti, Irika & Lenggogeni. 2013).

Manajemen biaya proyek (*project cost management*) adalah pengendalian proyek untuk memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui. Hal-hal utama yang perlu diperhatikan dalam manajemen biaya proyek adalah sebagai berikut (Biemo W. Soemardi, dkk).

### **3.1.1 Perencanaan Sumber Daya**

Perencanaan sumber daya merupakan proses untuk menentukan sumber daya dalam bentuk fisik (manusia, peralatan, material) dan kuantitasnya yang diperlukan untuk melaksanakan aktivitas proyek. Proses ini sangat berkaitan erat dengan proses estimasi biaya.

### **3.1.2 Estimasi Biaya**

Estimasi biaya adalah proses untuk memperkirakan biaya dari sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Bila proyek dilaksanakan melalui sebuah kontrak, perlu dibedakan antara estimasi biaya dengan nilai kontrak. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang muncul untuk menyelesaikan proyek.

Sedangkan nilai kontrak merupakan keputusan dari segi bisnis di mana perkiraan biaya yang didapat dari proses estimasi merupakan salah satu pertimbangan dari keputusan yang diambil.

### **3.1.3 Penganggaran Biaya**

Penganggaran biaya adalah proses membuat alokasi biaya untuk masing-masing aktivitas dari keseluruhan biaya yang muncul pada proses estimasi. Dari proses ini didapatkan *cost baseline* yang digunakan untuk menilai kinerja proyek.

### **3.1.4 Pengendalian Biaya**

Pengendalian biaya dilakukan selama proyek berlangsung untuk mendeteksi apakah biaya aktual pelaksanaan proyek menyimpang dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus terdokumentasi dengan baik sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan.

## **3.2 Pengertian Manajemen Waktu**

Manajemen waktu proyek (*project time management*) adalah proses merencanakan, menyusun, dan mengendalikan jadwal kegiatan proyek, di mana dalam perencanaan dan penjadwalannya telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien (Clough dan Sears, 1991). Ada lima proses utama dalam manajemen waktu proyek (Biemo W. Soemardi, dkk), yaitu: I-18

### **3.2.1 Pendefinisian Aktivitas**

Merupakan proses identifikasi semua aktivitas spesifik yang harus dilakukan dalam rangka mencapai seluruh tujuan dan sasaran proyek (*project deliverables*). Dalam proses ini dihasilkan pengelompokan semua aktivitas yang menjadi ruang lingkup proyek dari level tertinggi hingga level yang terkecil atau disebut *Work Breakdown Structure (WBS)*.

### **3.2.2 Urutan Aktivitas**

Proses pengurutan aktivitas melibatkan identifikasi dan dokumentasi dari hubungan logis yang interaktif. Masing-masing aktivitas harus diurutkan secara akurat untuk mendukung pengembangan jadwal sehingga diperoleh jadwal yang realistik. Dalam proses ini dapat digunakan alat bantu komputer untuk mempermudah pelaksanaan atau dilakukan secara manual. Teknik secara manual masih efektif untuk proyek yang berskala kecil atau di awal tahap proyek yang berskala besar, yaitu bila tidak diperlukan pendetailan yang rinci.

### **3.2.3 Estimasi Durasi Aktivitas**

Estimasi durasi aktivitas adalah proses pengambilan informasi yang berkaitan dengan lingkup proyek dan sumber daya yang diperlukan yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan estimasi durasi atas semua aktivitas yang dibutuhkan dalam proyek yang digunakan sebagai input dalam I-19 pengembangan jadwal. Tingkat akurasi estimasi durasi sangat tergantung dari banyaknya informasi yang tersedia.

### **3.2.4 Pengembangan Jadwal**

Pengembangan jadwal berarti menentukan kapan suatu aktivitas dalam proyek akan dimulai dan kapan harus selesai. Pembuatan jadwal proyek merupakan proses iterasi dari proses input yang melibatkan estimasi durasi dan biaya hingga penentuan jadwal proyek.

### **3.2.5 Pengendalian Jadwal**

Penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian. Di samping itu, juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan-kegiatan tersebut.

Perencanaan penjadwalan pada proyek konstruksi, secara umum terdiri dari penjadwalan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan. Ketepatan penjadwalan dalam pelaksanaan proyek sangat berpengaruh pada terhindarnya banyak kerugian, misalnya pembengkakan biaya konstruksi, keterlambatan penyerahan proyek, dan perselisihan atau klaim. Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penjadwalan antara lain sebagai berikut :

A. Bagi pemberi tugas atau pemilik yaitu :

1. Pengetahuan mengenai waktu awal dan akhir suatu proyek;
2. Dapat mengevaluasi dan menilai akibat perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek;
3. Dapat merencanakan *cashflow* atau arus kas proyek.

B. Sementara, bagi pemberi jasa konstruksi, selain manfaat yang sama dengan pemberi tugas, juga bermanfaat untuk :

1. Dapat merencanakan kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja;
2. Dapat mengatur waktu keterlibatan subkontraktor Keterlambatan Proyek. (Widiasanti, Irika & Lenggogeni. 2013).

### **3.2.6 Pengertian Kurva S**

Kurva S adalah hasil plot dari *Barchart*, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam jangka waktu pengamatan progres melaksanakan proyek (Callahan. 1992). Definisi lain, Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (progres) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Soeharto, 1997).

Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipersentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husen, 2011).

Dari beberapa definisi diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa kegunaan dari kurva S adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis kemajuan/progres suatu proyek secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.

3. Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan Kurva S aktual (Iman Soeharto, 1998).

Langkah pembuatan kurva S :

1. Mencari persentase bobot biaya setiap pekerjaan
2. Membagi persentase bobot biaya pekerjaan pada durasi
3. Menjumlahkan persentase bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu
4. Membuat kumulatif dari persentase bobot biaya pekerjaan pada lajur persentase kumulatif bobot biaya
5. Membuat Kurva S berdasarkan persentase kumulatif bobot biaya

### **3.3. Pondasi**

#### **3.3.1 Pengertian Pondasi**

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (Nakazawa Kazuto, 1983).

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan –bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang-tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan dermaga. Pada bangunan ini, tiang-tiang di pengaruhi oleh gaya-gaya benturan kapal dan gelombang air (H.C.Hardiyatmo, 2002).

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain :

1. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak diatas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat;
2. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga bangunan mampu memberi dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah disekitarnya;
3. Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatik atau momen penggulingan;
4. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan gaya yang arahnya miring;

5. Untuk memadatkan tanah pasir; sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah;
6. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air (H.C.Hardiyatmo, 2002).

### 3.3.2. Macam – Macam Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Klasifikasi pondasi dibagi 2 (dua) yaitu :

#### 1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung seperti;

- a. Pondasi telapak yaitu pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom.
- b. Pondasi memanjang yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya.
- c. Pondasi rakit (*raft pondation*) yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom – kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya.

#### 2. Pondasi dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan, seperti :

- d. Pondasi sumuran (*pie fondation*) yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relative dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman ( $D_f$ ) di bagi lebarnya ( $B$ )  $\geq 4$  sedangkan pondasi dangkal  $D_f < 1$ .
- e. Pondasi tiang (*pile pondation*), digunakan bila tanah pondasi bila kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibagi dengan pondasi sumuran.

- f. Pondasi bor (*bore pile*) adalah bentuk Pondasi Dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat khusus. Setelah mencapai kedalaman yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi pondasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang sudah di bor tersebut. Pekerjaan pondasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kesing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kesing tersebut dikeluarkan kembali.

### **3.4 Pondasi *Spun Pile* (Tiang Pancang)**

Pondasi pancang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya vertikal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang digunakan untuk suatu bangunan yang tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang diterimanya atau apabila tanah pendukung yang mempunyai daya dukung yang cukup letaknya sangat dalam. Pondasi tiang ini berfungsi untuk menyalurkan beban – beban yang diterimanya dari konstruksi di atasnya kelapisan tanah yang lebih dalam.

Teknik pemasangan pondasi tiang dapat dilakukan dengan pemancangan tiang-tiang baja/beton pracetak atau dengan membuat tiang-tiang beton bertulang yang langsung dicor di tempat (*cast in place*), yang sebelumnya telah dibuatkan lubang terlebih dahulu.

#### **3.4.1. Penggolongan Pondasi Tiang Pancang**

Pada perencanaan pondasi, pemilihan jenis pondasi tiang pancang untuk berbagai jenis keadaan tergantung pada banyak variabel. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan di dalam pemilihan tiang pancang antara lain type dari tanah dasar yang meliputi jenis tanah dasar dan ciri - ciri topografinya, alasan teknis pada waktu pelaksanaan pemancangan dan jenis bangunan yang akan dibangun. Pondasi tiang dapat digolongkan berdasarkan material yang digunakan dan berdasarkan cara penyaluran beban yang diterima tiang ke dalam tanah.

## 1. Tiang pancang kayu

Pemakaian tiang pancang kayu adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagai pondasi. Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon dan biasanya diberi bahan pengawet. Pada pemakaian tiang pancang kayu tidak diizinkan untuk menahan beban lebih tinggi dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang. Tiang kayu akan tahan lama apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di bawah muka air tanah dan akan lebih cepat busuk jika dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti -ganti. Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda-benda agresif dan jamur yang bisa menyebabkan pembusukan.

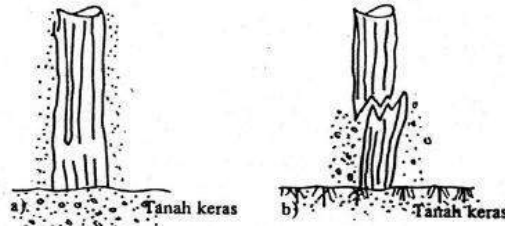
Keuntungan pemakaian tiang pancang kayu adalah sebagai berikut :

2. Tiang pancang dari kayu relative ringan sehingga mudah dalam transport;
3. Kekuatan tarik besar sehingga pada waktu pengangkatan untuk pemancangan tidak menimbulkan kesulitan seperti misalnya pada tiang pancang beton *precast*;
4. Mudah untuk pemotongannya apabila tiang kayu ini sudah tidak dapat masuk lagi ke dalam tanah.
5. Tiang pancang kayu ini lebih sesuai/baik untuk *friction pile* daripada untuk *end bearing pile* sebab tekanannya relative kecil.
6. Karena tiang pancang kayu ini relative flexible dan lenting terhadap arah horizontal dibandingkan dengan tiang-tiang pancang selain dari kayu, maka apabila tiang ini menerima beban horizontal yang tidak tetap, tiang pancang kayu ini akan melentur dan segera kembali ke posisi setelah beban horizontal itu hilang. Hal ini sering terjadi pada dermaga-dermaga di mana mendapat tekanan ke samping dari kapal-kapal (perahu-perahu).

Kerugian pemakaian tiang pancang kayu adalah sebagai berikut :

1. Karena tiang pancang ini harus selalu terletak di bawah air tanah yang terendah agar dapat tahan lama, maka kalau air tanah yang terendah tersebut letaknya sangat dalam. Hal ini akan menambah biaya untuk penggalian.
2. Tiang pancang yang terbuat dari kayu mempunyai umur yang relatif kecil dibandingkan dengan tiang pancang yang dibuat dari baja atau beton, terutama pada daerah yang tinggi air tanahnya sering naik turun.

3. Pada waktu pemancangan pada tanah yang berbatu (*gravel*) ujung tiang pancang kayu ini dapat berbentuk seperti sapu (lihat gambar a). Atau dapat pula ujung tiang tersebut dapat merenyuk seperti terlihat gambar b. Apabila tiang kayu tersebut kurang lurus, maka pada waktu di pancangkan akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah yang di tentukan.



(Sumber : Ir. Sardjono HS, 1991)

Gambar 3.1 Tiang pancang kayu

4. Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda - benda agresif dan jamur yang bisa menyebabkan pembusukan.

## 2. Tiang pancang beton

Tiang pancang beton terbuat dari bahan beton bertulang yang terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- a. Tiang pancang beton bertulang (*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 atau keras lalu diangkat dan dipancangkan. Tiang pancang beton ini dapat memikul beban lebih besar dari 50 ton untuk setiap tiang, tetapi tergantung pada dimensinya. Penampang *precast reinforced concrete pile* dapat berupa lingkaran, segi empat dan segi delapan.

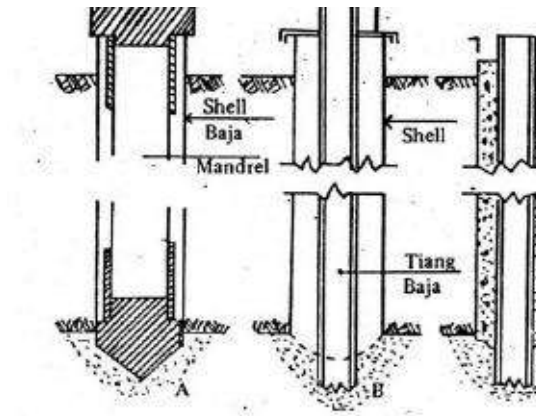
- b. Tiang pancang beton prategang (*Precast prestressed concrete pile*)

*Precast prestressed concrete pile* adalah tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

### 3 .Tiang pancang baja

Jenis tiang pancang baja ini biasanya berbentuk profil H. karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini adalah sangat besar sehingga dalam transport dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti pada tiang pancang beton *precast*.

Jadi pemakaian tiang pancang ini sangat bermanfaat jika dibutuhkan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar.



Sumber : Ir. Sardjono HS, 1991  
Gambar 3.2 Tiang pancang baja

### 4. Tiang pancang komposit

Yang dimaksud dengan *composite pile* ini adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama - sama sehingga merupakan satu tiang. *Composite pile* ini dapat berupa beton dan kayu maupun beton dan baja.

### 3.5 Pondasi *Bore Pile*

Pondasi *Bore pile* adalah jenis pondasi dalam yang berbentuk tabung, yaitu berfungsi meneruskan beban struktur bangunan di atasnya dari permukaan tanah sampai lapisan tanah keras di bawahnya. Pondasi *bore pile* memiliki fungsi yang sama dengan pondasi tiang pancang atau pondasi dalam lainnya.

Perbedaan di antara keduanya adalah pada cara pelaksanaan pengerjaannya. Metode pelaksanaan pondasi *bore pile* diawali dari pembuatan lubang di tanah dengan cara tanah di bor terlebih dahulu kemudian penginstalan besi tulangan ke dalam lubang yang dilanjutkan dengan pengecoran *bore pile* dengan tremi. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton.

### **3.5.1 Alat Bore Pile Mini Crane**

Dengan menggunakan alat/mesin bor *mini crane* bisa dilakukan pengeboran dengan diameter 30 cm sampai 60 cm dengan pilihan kedalaman 6 meter sampai 24 meter bahkan lebih, yaitu dengan cara menggunakan *wash boring* / bor basah. *Wash boring* membutuhkan air yang cukup banyak untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan *bore pile*.

Dalam bangunan gedung, jembatan, tower dan bangunan lainnya yang di dirikan tentunya membutuhkan pondasi yang kuat dan kokoh. Apabila kondisi tanah di permukaan tidak mampu menahan beban bangunan, maka beban harus dilanjutkan ke lapisan tanah keras di bawahnya memakai konstruksi pondasi dalam berupa tiang pancang atau *bore pile*.

Pondasi tiang pancang sering dipakai pada lahan yang luas dimana getaran yang ditimbulkan pada saat pengerjaan pemancangan tidak mengganggu lingkungan sekitarnya, namun jika bangunan tersebut di dirikan di lokasi yang dekat bangunan yang ada di sekitar, maka getaran yang ditimbulkan akan menjadi sebuah kendala, karena dalam pelaksanaanya sangat mengganggu dan dapat merusak bangunan di sekitarnya. Dengan kondisi sedemikian rupa pemakaian pondasi jenis bore pile merupakan pilihan pondasi yang tepat.

Proyek besar dimana sarana transportasinya mendukung, dalam pembuatan bore pile sering digunakan alat berat berupa crane. Namun untuk proyek kecil apalagi jika sarana transportasinya kurang mendukung, maka penggunaan crane sering mengalami kendala karena untuk mobilisasinya dibutuhkan dana yang cukup besar, sehingga biaya operasional menjadi tidak ekonomis lagi.

### **3.5.2 Keunggulan Bore Pile Mini Crane**

Adapun yang perlu diketahui keunggulan bore pile mini crane sebagai berikut :

- a. Praktis saat mobilisasinya;
- b. Mudah dalam pengoperasiannya;
- c. Tidak Menimbulkan getaran terhadap lingkungan sekitar;
- d. Memenuhi syarat teknik dan spesifikasi bangunan.

Hal ini sangat penting, terutama untuk pembuatan pondasi di daerah perkotaan yang bangunannya cukup rapat dan tidak memungkinkan adanya pelaksanaan pemancangan.

### 3.5.3 Kemampuan Mesin *Bore Pile Mini Crane*

Adapun yang perlu diketahui kemampuan *bore pile* mini crane sebagai berikut :

- a. Dapat melakukan pengeboran dari diameter 30 cm sampai dengan 60 cm;
- b. Kedalaman dapat mencapai 24 meter atau sampai kedalaman tanah keras di daerah tersebut sesuai data soundir;
- c. Dapat dioperasikan dengan dua cara, sistem *wash boring* maupun sistem *dry drilling*.

### 3.5.4 Kecepatan Pelaksanaan

Pada kecepatan pekerjaan tergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Kondisi lapisan tanah setempat;
- b. Lokasi kerja (bobokan pondasi lama, dan bekas instalasi lainnya pada bangunan lama, dll);
- c. Kelancaran dropping material;
- d. Kesiapan pembuangan limbah hasil pengeboran.

### 3.5.5 Proses Pengeboran *Bore Pile Mini Crane*

Sistem pengeboran pada pekerjaan *bore pile* sanggup dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

#### 1. Pengeboran dengan sistem bor kering (*dry drilling*).

Tanah di bor dengan memakai mata bor *spiral (auger)* dengan cara memutar mata bor dan diangkat setiap interval 0,5 meter. Hal ini dilakukan berulang-ulang hingga kedalaman yang ditentukan.

#### 2. Pengeboran dengan sistem bor berair (*wash boring*).

Tanah di bor dengan memakai mata bor *cross bit ex design* sesuai kebutuhan yang mempunyai kecepatan putar 375 rpm dan tekanan +/- 200 kg. Jika tanah dalam keadaan gampang runtuh sanggup diberi chasing sementara terlebih dahulu untuk menghindari kelongsoran dinding lubang hasil pengeboran.

Pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang stang bor yang dihasilkan dari pompa NS-80. Hal ini menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang. Setelah mencapai kedalaman sesuai rencana, pengeboran dihentikan, sementara mata bor dibiarkan berputar tetapi beban pengutamaan dilarang dan air sirkulasi tetap mengalir terus hingga sisa tanah terdorong keluar dari lubang seluruhnya. Selama pencucian ini berlangsung, baja

tulangan dan pipa tremi sudah disiapkan di akrab lubang bor. Setelah cukup bersih, stang bor diangkat dari lubang bor. Dengan bersihnya lubang pengecoran akan mendapat hasil yang terbaik.

### **3.5.6 Pembersihan Lubang Bor**

Lubang bekas bor kemudian di bersihkan dengan alat pembersih kusus dengan ukuran yang sesuai dengan diameter lubang yang di bor. Pembersihan lubang bor ini dilakukan untuk membersihkan lumpur dan tanah bekas galian yang masih tersisa didalam lubang.

### **3.5.7 Pemasangan Besi Beton dan Pipa Tremi**

Tahap berikutnya ialah pemasangan besi beton dan pipa tremi untuk pengecoran. Kerangka baja tulangan yang telah di instal diangkat dengan pertolongan *diesel* dan *power winch* dalam posisi tegak lurus terhadap lubang bor dan diturunkan dengan hati-hati semoga tidak terjadi banyak singgungan dengan lubang bor. Baja tulangan yang telah dimasukan dalam lubang bor ditahan dengan bagian tulangan melintang lubang bor. Bila kebutuhan baja tulangan lebih dari 12 meter sanggup dilakukan penyambungan dengan diikat dengan kawat beton dengan panjang overlap 50-60cm atau sesuai pada gambar yang di sediakan.

Setelah rangka baja tulangan terpasang, maka pipa tremi harus di masukkan kedalam lubang dengan panjang sesuai kedalaman lubang bor. Bila pada waktu pemasangan baja tulangan terjadi singgungan dan terjadi keruntuhan di dalam lubang bor, maka diharapkan pencucian ulang dengan memasang head kombinasi diameter 6" ke diameter 2". Dengan memompa air kedalam stang bor dan pipa tremi, maka reruntuhan dan tanah yang melekat pada besi tulangan sanggup dibersihkan kembali.

### **3.5.8 Pengecoran *Bore Pile***

Tahap terakhir ialah pekerjaan pengecoran pondasi *bore pile*. Untuk memisahkan adukan beton dari lumpur limbah pengeboran di awal pengecoran, maka di gunakan kantong plastik yang diisi adukan beton dan diikat dengan kawat beton kemudian digantung di bab dalam lubang tremi satu meter kebawah dari corong pipa tremi.

Setelah persiapan pengecoran selesai, beton slump 18 cm (+2 cm) ditampung di dalam corong tremi dan ditahan oleh bola plastik yang berisi adukan beton sesudah

cukup penuh bola kantong plastik dilepas sehingga beton mendorong lumpur yang ada di dalam lubang tremi. Pengecoran dilakukan secara terus-menerus untuk menghindari kemacetan pada pipa tremi. Dengan sistem tremi ini pengecoran dimulai dari dasar lubang dengan mendorong air / lumpur dari bawah menuju keluar lubang.

Setelah pipa tremi penuh dan ujung pipa tremi tertanam beton sehingga beton tidak sanggup mengalir alasannya ialah ada tekanan dari bawah. Untuk memperlancar adukan beton didalam pipa tremi, maka harus dilakukan hentakan-hentakan pada pipa tremi. Pipa tremi harus selalu tertanam di dalam adukan beton dan pengisian di dalam corong harus dijaga terus menerus semoga corong tidak kosong.

Pipa tremi dilepas setiap 3 meter akan tetapi ujung pipa di dalam harus dalam keadaan tertanam di dalam beton. Pengecoran dilarang sesudah adukan beton yang naik ke permukaan telah higienis dari lumpur. Setelah pekerjaan pengecoran selesai, semua peralatan pengecoran dibersihkan dari sisa beton dan lumpur dan disiapkan kembali untuk digunakan pada titik bor selanjutnya.

*Note:* slump beton untuk pengecoran bore pile yaitu  $18 \pm 2$  cm supaya beton dapat mengisi lubang secara maksimal dan untuk mempermudah proses pengecoran bore pile atau supaya beton tidak terhenti di dalam pipa tremi.

### **3.6 Kelebihan dan Kekurangan Pondasi *Bore Pile* dan *Spun Pile***

#### **1. Kelebihan Pondasi *Bore Pile***

- a. Kedalaman Tiang dapat di variasikan.
- b. Untuk metode pelaksanaannya sesuai dengan lingkungan sekitar, yaitu tidak membuat suara dan getaran yang dapat mengganggu.

#### **2. Kekurangan Pondasi *Bore Pile***

- a. Untuk metode pelaksanaan, pada tempat kerja akan lebih kotor karena adanya penggalian tiang bor. Tetapi hal ini dapat diatasi dengan langsung membuang galian dengan *dump truck*.
- b. Biaya dan waktu pelaksanaan lebih besar dibanding tiang pancang.  
Hal ini dikarenakan volume beton dan pembesian lebih besar.

- c. Mutu pondasi sulit dikontrol.
- d. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pembetonan.
- e. Akan terjadi tanah runtuh jika tindakan pencegahan tidak dilakukan.

### **3. Kelebihan Pondasi *Spun Pile***

- a. Waktu yang dibutuhkan lebih cepat.
- b. Biaya yang dikeluarkan lebih murah dibanding *bore pile*.

### **4. Kekurangan Pondasi *Spun Pile***

1. Mobilisasi tiang pancang yang memerlukan biaya dan waktu. Tiang pancang yg dipilih memiliki panjang 6 meter untuk 1 unitnya. Tiang pancang memerlukan truk trailer untuk mengangkutnya sehingga manajemen lalu lintasnya harus disesuaikan sedemikian rupa agar tetap lancar dan tidak mengganggu lingkungan sekitar.
2. Untuk metode pelaksanaan, alternatif ini kurang sesuai dengan lingkungan. Hal ini diakibatkan oleh suara dan getaran pada saat pemancangan. Oleh karena itu, dapat dipilih alat pancang tipe *hydraulic hammer* yang suara dan getarannya tidak terlalu mengganggu lingkungan.
3. Kesalahan metode pemancangan dapat menimbulkan kerusakan pada pondasi, sehingga menimbulkan penambahan biaya dan waktu pelaksanaan.

Tergantung pada suplai pabrik, sehingga harus dipastikan terlebih dahulu kemampuan pabrik untuk menyuplai tiang pancang.