

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN BIAYA BORE PILE DAN TIANG PANCANG  
SESUAI PERATURAN MENTERI PUPR NO.28 TAHUN 2016  
PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN JALUR KERETA API  
MAKASSAR – PAREPARE DI CT 312 KM 1+725**



**OLEH :**

**ADITYA FAHMI PRATAMA  
45 16 041 194**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR  
2023**

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN BIAYA BORE PILE DAN TIANG PANGCANG  
SESUAI PERATURAN MENTERI PUPR NO.28 TAHUN 2016  
PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN JALUR KERETA API  
MAKASSAR – PAREPARE DI CT 312 KM 1+725**



**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Universitas Bosowa Makassar*

**OLEH :**

**ADITYA FAHMI PRATAMA  
45 16 041 194**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR  
2023**



## LEMBAR PENGAJUAN UJIAN SKRIPSI

Tugas Akhir :

**"Perbandingan Biaya Bore Pile dan Tiang Pancang Sesuai SNI 2016 pada Pekerjaan Pembangunan Jalur Kereta Api Makassar – ParePare di CT 312"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : Aditya Fahmi Pratama

No. Stambuk : 45 16 041 194

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**Telah Disetujui Komisi Pembimbing**

Pembimbing I : Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT (.....)

Pembimbing II : Ir. Eka Yuniarto, ST. MT (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

  
**(Dr. H. Nasrullah, ST. MT)**  
NIDN : 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**(Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT)**  
NIDN : 00 010565 02



**LEMBAR PENGESAHAN**

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A -174/FT/UNIBOS/ II /2023 Tanggal 14 Februari 2023,

Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 17 Februari 2023

Nama : **ADITYA FAHMI PRATAMA**

No.Stambuk : **4516041194**

Judul Tugas Akhir : **“PERBANDINGAN BIAYA BORE PILE DAN TIANG PANCANG SESUAI PERATURAN MENTERI PUPR NO 28/PRT/M/2016 PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN JALUR KERETA API MAKASSAR-PAREPARE DI CT.312”**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim pengujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Ketua (Ex. Officio) : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.** 

Sekretaris (Ex. Officio) : **Ir. Eka Yuniarto, ST., MT.** 

Anggota : **Ir. Arman Setiawan, ST., MT.** 

**Ir. Fauzy Lebang, ST., MT.** 

Makassar,

2023

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Univ. Bosowa Makassar

  
**Dr. Ir. H. Nasrullah, ST., MT.**  
NIDN : 09 080773 01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil  
Univ. Bosowa Makassar

  
**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.**  
NIDN : 00 010565 02

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ***“Perbandingan Biaya Bore Pile dan Tiang Pancang Sesuai Peraturan Menteri PUPR No.28 Tahun 2016 Pada Pekerjaan Pembangunan Jaur Kereta Api Makassar – Parepare di CT 312 Km 1+725”*** yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat juga terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua kami yang tercinta, kakak-kakak dan seluruh keluarga yang tiada hentinya memberikan doa dan semangat serta dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. H. Nasrullah, ST. MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
3. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
4. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT, selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.

5. Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST. MT, selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Universitas Bosowa.
7. Teman-teman seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan motivasi serta masukan yang berarti selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu, kami mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan taufik-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Makassar, Februari 2023



Aditya Fahmi Pratama

**SURAT PERNYATAAN**  
**KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aditya Fahmi Pratama  
Nomor Stambuk : 45 16 041 194  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Biaya Bore Pile dan Tiang Pancang Sesuai Peraturan Menteri PUPR No.28 Tahun 2016 pada Pekerjaan Pembangunan Jalur Kereta Api Makassar-Parepare di CT.312 Km 1+725.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan/mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan sipil fakultas teknik universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Februari 2023  
Yang menyatakan



**(Aditya Fahmi Pratama)**

**PERBANDINGAN BIAYA BORE PILE DAN TIANG PANCANG SESUAI  
PERATURAN MENTERI PUPR NO.28 TAHUN 2016 PADA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN JALUR KERETA API MAKASSAR – PAREPARE DI CT  
312 KM 1+725**

**ABSTRAK**

Suatu perencanaan diperlukan dan digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu yang efisien, oleh karena itu perencanaan yang tepat sangat diperlukan pada saat dimana tingkat kepastian begitu tinggi. Pada dasarnya setiap perusahaan dalam menjalankan kegiatan usahanya selalu dihadapkan pada masalah-masalah pokok yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Perusahaan harus selalu merencanakan dan mengendalikan kegiatannya. Hal ini jelas menjadi tanggung jawab utama dari manajemen, yang inti tanggung jawabnya adalah mengelola seefisien mungkin segala sumber yang tersedia dalam perusahaan. Untuk itu peninjauan penelitian ini bertujuan untuk menghitung perbandingan biaya pekerjaan borepile dengan tiang pancang sesuai Peraturan Menteri PUPR No.28 Tahun 2016 pada CT.312 di Km 1+725 agar efisien baik dari segi waktu dan biaya. Hal-hal yang perlu dipersiapkan pada penelitian ini antara lain pengumpulan data primer maupun sekunder berupa metode pelaksanaan bore pile serta tiang pancang, perbandingan perhitungan biaya yang dilakukan dengan menggunakan analisa Peraturan Menteri PUPR No.28 Tahun 2016, menghitung pondasi manakah yang paling ekonomis dan efisien pada pekerjaan proyek pembangunan perkeretaapian Makassar-Parepare. Hasil penelitian ini di dapat perbandingan waktu pelaksanaan pada bore pile 1 titik perhari sedangkan waktu pelaksanaan pada tiang pancang 87,15 m' perhari. Dengan waktu pengerjaan bore pile 48 hari sedangkan pengerjaan tiang pancang selama 20 hari dengan biaya pengerjaan bore pile Rp. 1.559.213.800,00 (satu milyar lima ratus lima puluh sembilan juta dua ratus tiga belas ribu delapan ratus rupiah) sedangkan biaya pengerjaan tiang pancang Rp. 3.846.049.300,00 (tiga milyar delapan ratus empat puluh enam juta empat puluh sembilan ribu tiga ratus rupiah).



## DAFTAR ISI

Lembar Judul.....	i
Lembar Pengajuan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	vi
Abstrak .....	vii
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan masalah.....	I-3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan .....	I-3
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.3.2 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	I-4
1.4.1 Pokok Bahasan .....	I-4
1.4.2 Batasan Masalah.....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan .....	I-6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>

2.1 Tanah .....	II-1
2.1.1 Pengertian Tanah.....	II-1
2.1.2 Kekuatan Tanah sebagai Dasar Pondasi .....	II-2
2.1.3 Penyelidikan Tanah.....	II-3
2.1.3.1 Uji Sondir ( <i>Cone Penetration Test</i> ) .....	II-4
2.1.3.2 Uji SPT ( <i>Standard Penetration Test</i> ) .....	II-6
2.1.4 Uji Laboratorium.....	II-7
2.2 Jembatan.....	II-8
2.3 Pondasi .....	II-13
2.3.1 Jenis-Jenis Pondasi .....	II-14
2.3.2 Pondasi <i>Bore Pile</i> .....	II-19
2.4 Produktifitas Alat Pancang dan Sumber Daya Manusia .....	II-20
2.4.1 Produktivitas.....	II-20
2.4.2 Metode Estimasi Produktivitas .....	II-23
2.5 Biaya .....	II-24
2.5.1 Pengertian Biaya Konstruksi .....	II-24
2.5.2 Profil Biaya dan Pendanaan.....	II-25
2.5.2.1 Biaya Langsung ( <i>Direct Cost</i> ) .....	II-25
2.5.2.2 Biaya Tidak Langsung ( <i>Indirect Cost</i> ) .....	II-26
2.5.3 Modal Kerja.....	II-27
2.5.4 Rencana Anggaran Biaya .....	II-28
2.6 Penjadwalan Proyek.....	II-29
2.7 Manajemen Konstruksi .....	II-29
2.7.1 Manajemen Proyek Konstruksi.....	II-29
2.8 Analisa Waktu Penjadwalan .....	II-31

2.9 Penetapan Jam Kerja .....	II-32
2.10 Durasi Pekerjaan .....	II-32
2.11 Kapasitas Produksi Alat.....	II-33
2.12 Definisi Time Schedule .....	II-34
2.12.1 Fungsi Time Schedule .....	II-34
2.12.2 Jenis Time Schedule .....	II-35
2.13 Efisiensi Kerja.....	II-39
2.13.1 Analisa Harga Satuan .....	II-42
2.13.2 Harga Satuan Upah .....	II-42
2.13.3 Harga Satuan Bahan.....	II-44
2.13.4 Harga Satuan Peralatan.....	II-45
<b>BAB III METODE PERENCANAAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1 Langkah-langkah Tinjauan .....	III-1
3.2 Data Struktur .....	III-2
3.2.1. Data Umum .....	III-2
3.2.2 Data Material dan Peralatan Bore Pile .....	III-2
3.2.3 Data Material dan Peralatan Tiang Pancang.....	III-3
3.3 Layout Track.....	III-4
3.4 Metode Kerja .....	III-4
3.4.1 Metode Kerja Bore Pile .....	III-4
3.4.2 Metode Kerja Tiang Pancang.....	III-7
<b>BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA.....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Pekerjaan Struktur Bawah .....	IV-1
4.1.1 Pekerjaan Bore Pile .....	IV-1
4.1.2 Pekerjaan Tiang Pancang .....	IV-8

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... V-1

5.1 Kesimpulan..... V-1

5.2 Saran..... V-1

DAFTAR PUSTAKA



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ukuran konus yang digunakan pada uji sondir .....	II-5
Gambar 2.2 Pondasi Lajur Batu Kali.....	II-14
Gambar 2.3 Pondasi Plat.....	II-15
Gambar 2.4 Pondasi Plat Menerus.....	II-15
Gambar 2.5 Pondasi Sumuran .....	II-16
Gambar 2.6 Pondasi Rakit.....	II-16
Gambar 2.7 Tiang Pancang.....	II-17
Gambar 2.8 Tiang <i>Bore Pile</i> .....	II-18
Gambar 2.9 Tiang Tahanan Ujung dan Tiang Tahanan Gesek .....	II-18
Gambar 2.10 Jenis-Jenis <i>Bore Pile</i> .....	II-20
Gambar 2.11 <i>Curve-S</i> .....	II-36
Gambar 2.12 <i>Gantt Chart</i> .....	II-36
Gambar 2.13 <i>Network Planning</i> /Jaringan Kerja.....	II-37
Gambar 2.14 <i>EVM / EVA</i> .....	II-38
Gambar 2.15 <i>Resources Scheduled Distribution</i> .....	II-39
Gambar 2.16 Skema Analisa harga satuan .....	II-44
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian .....	III-1
Gambar 3.2 Layout Track .....	III-4

Gambar 4.1 Denah dan Detail titik Borpile (gambar desain)..... IV-1

Gambar 4.2 Dimensi dan Detail Penulangan Borpile (gambar desain)..... IV-4

Gambar 4.3 Dimensi dan Detail Penulangan Tiang pancang  
(Sumber : PT.WIKA BETON)..... IV-9

Gambar 4.4 Kekuatan tiang pancang beton (sumber PT. WIKA BETON) ..... IV-12

Gambar 4.5 Denah Titik Tiang Pancang 1 abutmen (hasil analisis) .....IV-14



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efisiensi kerja.....	II-40
Tabel 4.1 Biaya Penulangan 10 kg Bore Pile hasil analisa.....	IV-5
Tabel 4.2 Biaya Pengecoran Bore Pile hasil analisa.....	IV-7
Tabel 4.3 Biaya Pengeboran Bore Pile hasil analisa.....	IV-7
Tabel 4.4 Rekapitulasi Anggaran Biaya Bore Pile hasil analisa.....	IV-8
Tabel 4.5 Data hasil bor log hasil analisa.....	IV-11
Tabel 4.5 Biaya Pemancangan Spun Pile Diameter 50 cm per m' hasil analisa.....	IV-18
Tabel 4.6 Biaya Penyambungan Tiang Pancang per buah hasil analisa.....	IV-19
Tabel 4.7 Biaya Pemotongan Tiang Pancang per Buah hasil analisa.....	IV-19
Tabel 4.8 Rekapitulasi Anggaran Biaya Tiang Pancang hasil analisa.....	IV-20
Tabel 4.9 Rekapitulasi Anggaran Biaya Bore Pile dengan Tiang Pancang hasil analisa.....	IV-20

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kegiatan pembangunan di Indonesia yang sedang berkembang dilakukan dengan sangat cepat, dimana kegiatan pembangunan tersebut dapat meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan rakyat sehingga tercipta suatu masyarakat yang adil dan makmur sesuai dengan cita-cita bangsa yang tercantum dalam Undang-Undang Dasar 1945 dan Pancasila dalam kegiatan pembangunan tentunya sangat dibutuhkan peran dari teknologi dan ilmu pengetahuan.

Dewasa ini perkembangan yang pesat dari teknologi dan ilmu pengetahuan, telah banyak memberikan sumbangan bagi kegiatan pembangunan yang sedang dilaksanakan di Negara kita. Untuk mewujudkan cita-cita tersebut dibutuhkan peran serta seluruh warga Negara. Diantaranya adalah peran perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang pengadaan sarana-sarana fisik seperti pembangunan jembatan, gedung dan lain-lain. Dengan demikian maka perusahaan tersebut diatas berusaha untuk memenuhi kebutuhan akan sarana-sarana fisik, dan juga membuka kesempatan kerja bagi masyarakat.

Pada dasarnya setiap perusahaan dalam menjalankan kegiatan usahanya selalu dihadapkan pada masalah-masalah pokok yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Setiap perusahaan harus mampu menjaga dan memelihara kelangsungan kegiatan usahanya dalam menjaga keberadaannya.



Perusahaan harus selalu merencanakan dan mengendalikan kegiatannya. Hal ini jelas menjadi tanggung jawab utama dari manajemen, yang inti tanggung jawabnya adalah mengelola seefisien mungkin segala sumber yang tersedia dalam perusahaan.

Suatu perencanaan diperlukan dan digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu yang efisien, tanpa perencanaan yang tepat maka bukanlah tidak mungkin suatu hari nanti akan mengalami kegagalan yang merugikan perusahaan. Oleh karena itu perencanaan yang tepat sangat diperlukan pada saat dimana tingkat kepastian begitu tinggi sehingga jadwal pelaksanaan suatu proyek yang sangat penting sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu dan biaya yang efisien.

Dari segi waktu produktivitas mempengaruhi lamanya durasi suatu pekerjaan dalam mengerjakan proyek kereta api pada jalur Makassar – Parepare di Km 1+725, dimana jika produktivitas rendah maka pekerjaan yang dilakukan akan cenderung terlambat. Keterlambatan proyek akan berdampak pada biaya yang lebih besar yang harus dikeluarkan perusahaan sehingga dapat menyebabkan kerugian.

Penelitian ini akan fokus pada perbandingan biaya pekerjaan borepile dengan tiang pancang sesuai peraturan menteri PUPR No 28/PRT/M/2016 pada CT.312. Diharapkan setelah mengetahui besarnya produktivitas beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi baik dari segi waktu maupun segi biaya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang sebelumnya, maka permasalahan yang ditinjau adalah bagaimana biaya pekerjaan borepile dengan tiang pancang agar efisien baik dari segi waktu dan biaya yang terdiri dari :

1. Bagaimana daya dukung borepile dan tiang pancang pada proyek pembangunan perkeretaapian Makassar – Parepare di CT.312 km 1+725 ?
2. Bagaimana perhitungan biaya yang dilakukan dengan menggunakan Analisa Peraturan Menteri PUPR No 28/PRT/M/2016 ?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan**

### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan daya dukung antara bore pile dengan tiang pancang pada proyek pembangunan perkeretaapian Makassar – Parepare di CT.312 km 1+725.
2. Untuk mengetahui analisis biaya borepile dan tiang pancang pada proyek pembangunan perkeretaapian Makassar – Parepare di CT.312 km 1+725 dengan menggunakan metode analisa Peraturan Menteri PUPR No 28/PRT/M/2016.

### **1.3.2 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari tinjauan perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besar biaya yang dibutuhkan untuk masing-masing jenis pondasi yang akan direncanakan pada jembatan kereta api.
2. Mengetahui ekonomis dan efisien mana dari jenis pondasi yang akan direncanakan untuk jembatan kereta api.
3. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai perencanaan proyek konstruksi dalam hal anggaran biaya dan metode pelaksanaan borepile dan tiang pancang.
4. Sebagai bahan referensi bagi siapa saja yang membacanya.

#### **1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah**

##### **1.4.1 Pokok Bahasan**

Adapun pokok bahasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data-data yang mendukung tinjauan perencanaan.
2. Membuat perhitungan analisa biaya dari metode kerja berdasarkan data yang ada.

##### **1.4.2 Batasan Masalah**

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dari masalah yang telah diuraikan diatas, maka diperlukan pembatasan masalah yang meliputi:

1. Hanya ditinjau untuk pondasi borepile pada kontruksi proyek pembangunan jalur kereta api Makassar – Parepare pada Km 1+725 di CT 312.

2. Hanya ditinjau untuk menghitung biaya analisa metode kerja borepile dan tiang pancang yang mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No 28/PRT/M/2016 pada proyek pembangunan perkeretaapian Makassar – Parepare di CT.312 km 1+725.
3. Koefisien dan harga satuan yang tidak terdapat pada metode Peraturan Menteri PUPR No 28/PRT/M/2016 ditentukan berdasarkan metode lapangan.
4. Analisa dan pembahasan hanya pada bagian pondasi borepile dan tiang pancang saja.
5. Data tanah menyesuaikan data dari perhitungan borepile
6. Rumus perhitungan Tiang pancang menyesuaikan rumus perhitungan borepile.
7. Analisa harga satuan pekerja sesuai pada proyek.
8. Analisa biaya menggunakan Rencana Anggaran Biaya dengan harga material dan upah pekerja dari kontraktor pelaksana.
9. Spesifikasi tiang pancang dari PT. Wijaya Karya Beton.
10. Data-data yang digunakan pada pondasi borepile digunakan juga pada pondasi tiang pancang.
11. Perbandingan dilihat dari segi biaya antara pondasi borepile dengan pondasi tiang pancang.
12. Perbandingan dilihat dari segi metode pelaksanaan antara borepile dengan pondasi tiang pancang.
13. Kedalaman tiang pancang disamakan dengan kedalaman desain bore pile.

## **1.5. Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran mengenai keseluruhan tulisan ini, maka diuraikan secara singkat mengenai bab – bab yang ada didalamnya sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Merupakan gambaran singkat tentang pola umum penyajian tugas akhir yang berisi uraian latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, pokok bahasan dan batasan masalah, gambaran umum penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini menjelaskan teori-teori yang digunakan tentang perhitungan rencana anggaran biaya ( RAB ) serta metode pelaksanaan yaitu pedoman peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat nomor : 28/PRT/2016 tentang analisa harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang langkah-langkah tinjauan perancangan: pengumpulan data, pelaksanaan, pengamatan, & hasil tinjauan.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil-hasil tinjauan perencanaan meliputi diuraikan proses dan hasil analisa penelitian yang dilakukan.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini menyajikan kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil peninjauan yang telah dibahas serta saran perbaikan dan pengembangan hasil perencanaan



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanah

##### 2.1.1 Pengertian Tanah

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Menurut (Nakazawa, 1983) Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok atau dinding penahan tanah. Jadi tanah itu selalu berperan pada setiap pekerjaan teknik sipil. Tenaga-tenaga Teknik Sipil yang berkecimpung dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan perlu mempunyai pengertian yang mendalam mengenai fungsi-fungsi serta sifat tanah itu bila dilakukan pembebanan terhadapnya.

(Hardiyatmo, 1996) menyatakan tanah pada kondisi alam, terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran tersebut dapat dengan mudah dipisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Material ini berasal dari pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali oleh sifat batuan induk yang merupakan material asal, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya kemudian dipakai sebagai nama tambahan dibelakang material

unsur utamanya. Sebagai contoh, lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung dan sebagainya.

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (partially saturated). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol.

### **2.1.2 Kekuatan Tanah Sebagai Dasar Pondasi**

Menurut (Frick, 2001) keadaan kekuatan tanah sebagai dasar pondasi tergantung pada susunan dan struktur tanah sebagai kulit bumi yang termakan cuaca dan air hujan. Semakin heterogen struktur tanah tersebut, semakin sulitlah perencanaan pondasi. Kekuatan tanah dapat diselidiki dengan berbagai cara, antara lain :

1. Kedalaman dan ketebalan lapisan bumi, terutama lapisan yang akan menerima beban pondasi.
2. Tegangan tanah ( $\sigma$ ) yang diizinkan.
3. Keadaan hidrologis (sifat – sifat dari lapisan tanah).

Perlu diperhatikan bahwa disamping kekuatan atau kelemahan, kekokohan landasan tanah juga dipengaruhi oleh :

1. Pemadatan dan penurunan tanah akibat vibrasi lalu lintas, peralatan berat perindustrian dan sebagainya.



2. Penurunan tanah akibat perubahan hidrologis (misalnya penurunan muka air tanah atau kadar air di dalam tanah) atau karena pengikisan pada tepi sungai dan sebagainya.
3. Pergeseran tanah atau longsor akibat tekanan berat, terendam air akibat banjir atau air pasang.

Hal tersebut mengakibatkan penurunan struktur yang tak terhindarkan. Perencanaan pondasi yang baik akan menghambat terjadinya penurunan. Namun, apabila terjadi penurunan masih dalam batas toleransi.

Pondasi menjamin kestabilan / keseimbangan struktur terhadap pembebanan (berat sendiri, beban hidup, retakan dan gerakan geologis kecil serta gaya tekan angin, gempa bumi dan sebagainya) sehingga harus diperhitungkan sedemikian rupa. Dengan pengetahuan tentang konsep struktur, maka pondasi merupakan bagian struktur yang mempunyai daya tahan paling lama sebagai landasan dari struktur bangunan.

### **2.1.3 Penyelidikan Tanah**

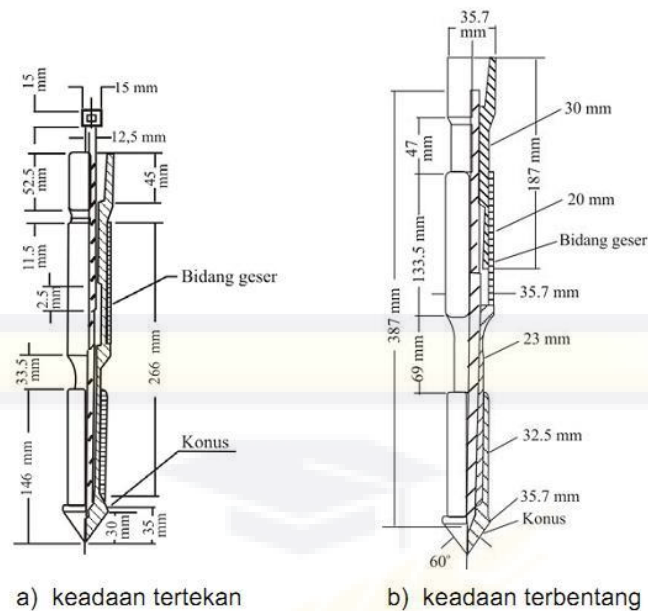
Penyelidikan tanah di lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisan agar bangunan dapat berdiri dengan stabil dan tidak timbul penurunan (*settlement*) yang terlalu besar, maka pondasi bangunan harus mencapai lapisan tanah yang cukup padat (tanah keras). (Gunawan dkk, 1983)

Data tanah yang diperoleh adalah dengan data SPT (*Standar Penetrasi Test*), data sondir, dan data borelog. Untuk mengetahui letak/kedalaman lapisan tanah padat dan kapasitas daya dukung tanah (*bearing capacity*) dan daya dukung pondasi yang diizinkan maka perlu dilakukan penyelidikan tanah yang mencakup penyelidikan baik di lapangan (lokasi/rencana bangunan baru) dan penelitian di laboratorium. Penyelidikan tanah dilakukan dengan beberapa cara, yakni;

### 2.1.3.1 Uji Sondir (*Cone Penetration Test*)

Berdasarkan SNI 4153-2008, uji sondir digunakan untuk memperoleh parameter-parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan, dengan alat sondir. Parameter tersebut berupa perlawanan konus ( $q_c$ ), perlawanan geser ( $f_s$ ), angka banding geser ( $R_f$ ), dan geseran total tanah ( $T_f$ ), yang dapat digunakan untuk interpretasi pelapisan tanah yang merupakan bagian dari desain pondasi. Peralatan uji penetrasi ini antara lain terdiri atas peralatan penetrasi konus, bidang geser, bahan baja, pipa dorong, batang dalam, mesin pembeban hidraulik, dan perlengkapan lainnya. Konus yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

Alat sondir yang umum digunakan dan telah diterima secara luas tercantum dalam ASTM D 3441-75T yaitu sondir yang mempunyai luas proyeksi ujung konus sebesar 10 cm<sup>2</sup> dan luas selimutnya sebesar 150 cm<sup>2</sup>, penetrasi yang dilakukan dengan manual atau hidrolis dengan kecepatan tidak lebih dari 2 cm/detik. Alat sondir terdiri dari konus atau bikonus yang dihubungkan dengan batang dalam penyanggah (*casting*). Kemudian alat sondir ini ditekan kedalam tanah dengan bantuan mesin sondir hidraulik yang digerakkan secara manual. Pada Gambar 2.1 berikut merupakan dimensi alat sondir menurut SNI 4153-2008.



**Gambar 2.1** Ukuran konus yang digunakan pada uji sondir

Terdapat 2 tipe ujung konus pada sondir mekanis yaitu :

1. Konus biasa, yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan biasanya digunakan pada tanah berbutir kasar, dimana besar perlawanan lekatnya kecil.
2. Bikonus, yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan hambatan lekatnya yang biasanya digunakan pada tanah yang berbutir halus.

Menurut Sihotang (2009), kegunaan uji sondir adalah :

1. Untuk menentukan profil dan karakteristik tanah.
2. Merupakan pelengkap bagi informasi pengeboran tanah.
3. Menentukan daya dukung pondasi.
4. Untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman.
5. Untuk memberikan gambaran jenis tanah secara kontinu.
6. Untuk mengevaluasi (meninjau kembali) karakteristik teknis tanah.

Sementara itu adapun tujuan dilakukan pengujian sondir adalah :

1. Tujuan praktis : untuk mengetahui kedalaman dan kekuatan lapisan-lapisan tanah.
2. Tujuan teoritis : untuk mengetahui penetrasi konus dan jumlah hambatan lekat tanah.

### **2.1.3.2 Uji SPT (Standard Penetration Test)**

Metode SPT (*Standard Penetration Test*) adalah metode pemancangan batang yang memiliki ujung pemancangan kedalam tanah dengan menggunakan pukulan palu dan mengukur jumlah pukulan per kedalaman penetrasi/ cara ini telah dibakukan sebagai ASTM D 1586 sejak tahun 1958 dengan revisi-revisi secara berkala sampai sekarang.

Uji SPT terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm vertikal. Dalam sistem beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi jatuh 0,76 m. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm.

untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT dinyatakan dalam pukulan/0,3 m (SNI 4153-2008).

Hasil dari pekerjaan Bor dan SPT kemudian dituangkan dalam lembaran drilling log yang berisi :

1. Deskripsi tanah meliputi jenis tanah, warna tanah, tingkat plastisitas dan ketebalan lapisan tanah masing-masing.
2. Pengambilan contoh tanah asli / *Undisturbed Sample* (UDS).
3. Pengujian *Standard Penetration Test* (SPT).

4. Muka Air Tanah.
5. Tanggal pekerjaan dan berakhirnya pekerjaan.

Jumlah N pukulan memberikan petunjuk tentang kerapatan relatif dilapangan khususnya tanah pasir atau kerikil dan hambatan jenis tanah terhadap penetrasi. Uji ini biasanya digunakan untuk tanah yang keras. Menurut Sihotang (2009), tujuan penyelidikan tanah dengan uji SPT adalah :

1. Untuk menentukan kepadatan relatif lapisan tanah tersebut dari pengambilan contoh tanah dengan tabung, dapat diketahui jenis tanah dan ketebalan tiap-tiap lapisan kedalaman tanah tersebut.
2. Memperoleh data yang kualitatif pada perlawanan penetrasi tanah dan menetapkan kepadatan dari tanah yang tidak berkohesi yang biasanya sulit diambil sampelnya.

Adapun kegunaan hasil penyelidikan SPT adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kedalaman dan tebal masing-masing lapisan tanah tersebut.
2. Sampel tanah terganggu yang diperoleh diuji untuk mengidentifikasi jenis tanah sehingga interpretasi nilai kuat geser dan deformasi tanah dapat diperkirakan dengan baik.

#### **2.1.4 Uji Laboratorium**

Uji laboratorium berfungsi untuk mengetahui karakteristik tanah pada lapisan-lapisan tanah yang telah di uji bor. Sampel tanah yang akan diuji pada laboratorium didapat ketika uji bor dilakukan. Sampel tanah diambil pada setiap lapisan tanah kemudian dilakukan uji triaksial untuk mendapatkan nilai sudut gesek dalam ( $\phi$ ), berat volume tanah ( $\gamma$ ) dan kohesi tanah (C). Uji triaksial adalah pengujian dari benda uji berbentuk silinder yang dibungkus karet kedap air diberi

tekanan ke semua arah dan kemudian diberi tekanan aksial sampai terjadi keruntuhan (SNI 03-4813-1998).

Metode perhitungan daya dukung tanah ujung dari uji laboratorium menggunakan 3 metode yaitu Terzaghi, Meyerhoff, Tomlinson dan Lamda. Perhitungan daya dukung ujung pondasi berdasarkan data laboratorium dapat menggunakan metode Terzaghi, Meyerhof, dan Tomlinson. Sedangkan perhitungan daya dukung selimut pondasi dapat dihitung dengan menggunakan metode Lamda.

## **2.2. Jembatan**

Jembatan dapat didefinisikan sebagai suatu konstruksi atau struktur bangunan yang menghubungkan rute atau lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api, dan perlintasan lainnya. Konstruksi suatu jembatan terdiri dari bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi. Sesuai dengan istilahnya bangunan atas berada pada bagian atas suatu jembatan yang berfungsi untuk menampung semua beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan atau orang yang kemudian disalurkan ke bagian bawah. Sedang bangunan bawah terletak di bawah bangunan atas yang berfungsi untuk menerima atau memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian menyalurkan ke pondasi. Pondasi berfungsi menerima beban-beban dari bangunan bawah lalu disalurkan ke tanah. Jenis pondasi tergantung dari kondisi tanah dasarnya, dapat menggunakan tiang pancang, tiang bor, atau sumuran.

Jenis-jenis jembatan cukup banyak tergantung dari sudut pandang yang di ambil. Berdasar bahan bangunannya sendiri jembatan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

## 1. Jembatan kayu

Jembatan kayu merupakan jembatan sederhana yang mempunyai panjang relatif pendek dengan beban yang diterima relatif ringan. Meskipun pembuatannya menggunakan bahan utama kayu, struktur dalam perencanaan atau pembuatannya harus memperhatikan dan mempertimbangkan ilmu gaya (mekanika).

## 2. Jembatan pasangan batu dan batu bata

Jembatan pasangan batu dan bata merupakan jembatan yang konstruksi utamanya terbuat dari batu dan bata. Untuk membuat jembatan dengan batu dan bata umumnya konstruksi jembatan harus dibuat melengkung. Seiring perkembangan jaman jembatan ini sudah tidak digunakan lagi.

## 3. Jembatan beton bertulang dan jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)

Jembatan dengan beton bertulang pada umumnya hanya digunakan untuk bentang jembatan yang pendek. Untuk bentang yang panjang seiring dengan perkembangan jaman ditemukan beton prategang. Dengan beton prategang bentang jembatan yang panjang dapat dibuat dengan mudah.

## 4. Jembatan baja

Jembatan baja pada umumnya digunakan untuk jembatan dengan bentang yang panjang dengan beban yang diterima cukup besar. Seperti halnya beton prategang, penggunaan jembatan baja banyak digunakan dan bentuknya lebih bervariasi, karena dengan jembatan baja bentang yang panjang biayanya lebih ekonomis.

## 5. Jembatan komposit

Jembatan komposit merupakan perpaduan antara dua bahan yang sama atau berbeda dengan memanfaatkan sifat menguntungkan dari masing – masing bahan tersebut, sehingga kombinasinya akan menghasilkan elemen struktur yang lebih efisien.

Ditinjau dari fungsinya maka jembatan dapat dibedakan menjadi :

1. Jembatan jalan raya (*highway bridge*)

Jembatan yang direncanakan untuk memikul beban lalu lintas kendaraan baik kendaraan berat maupun ringan. Jembatan jalan raya ini menghubungkan antara jalan satu ke jalan lainnya.

2. Jembatan penyeberangan (*foot bridge*)

Jembatan yang digunakan untuk penyeberangan jalan. Fungsi dari jembatan ini yaitu untuk memberikan ketertiban pada jalan yang dilewati jembatan penyeberangan tersebut dan memberikan keamanan serta mengurangi faktor kecelakaan bagi penyeberang jalan.

Ditinjau dari sistem strukturnya maka jembatan dapat dibedakan menjadi sebagai berikut :

1. Jembatan lengkung (*arch bridge*)

Pelengkung adalah bentuk struktur non linier yang mempunyai kemampuan sangat tinggi terhadap respon momen lengkung. Yang membedakan bentuk pelengkung dengan bentuk – bentuk lainnya adalah bahwa kedua perletakan ujungnya berupa sendi sehingga pada perletakan tidak diijinkan adanya pergerakan kearah horisontal. Bentuk Jembatan lengkung hanya bisa dipakai apabila tanah pendukung kuat dan stabil. Jembatan tipe lengkung lebih efisien digunakan untuk jembatan dengan panjang bentang 100 – 300 meter.

2. Jembatan gelagar (*beam bridge*)



Jembatan bentuk gelagar terdiri lebih dari satu gelagar tunggal yang terbuat dari beton, baja atau beton prategang. Jembatan jenis ini dirangkai dengan menggunakan *diafragma*, dan umumnya menyatu secara kaku dengan pelat yang merupakan lantai lalu lintas. Jembatan ini digunakan untuk variasi panjang bentang 5 – 40 meter.

3. Jembatan *cable-stayed*

Jembatan *cable-stayed* menggunakan kabel sebagai elemen pemikul lantai lalu lintas. Pada *cable-stayed* kabel langsung ditumpu oleh *tower*. Jembatan *cable-stayed* merupakan gelagar menerus dengan *tower* satu atau lebih yang terpasang diatas pilar – pilar jembatan ditengah bentang. Jembatan *cable-stayed* memiliki titik pusat massa yang relatif rendah posisinya sehingga jembatan tipe ini sangat baik digunakan pada daerah dengan resiko gempa dan digunakan untuk variasi panjang bentang 100 - 600 meter.

4. Jembatan gantung (*suspension bridge*)

Sistem struktur dasar jembatan gantung berupa kabel utama (*main cable*) yang memikul kabel gantung (*suspension bridge*). Lantai lalu lintas jembatan biasanya tidak terhubung langsung dengan pilar, karena prinsip pemikulan gelagar terletak pada kabel. Apabila terjadi beban angin dengan intensitas tinggi jembatan dapat ditutup dan arus lalu lintas dihentikan. Hal ini untuk mencegah sulitnya mengemudi kendaraan dalam goyangan yang tinggi. Pemasangan gelagar jembatan gantung dilaksanakan setelah sistem kabel terpasang, dan kabel sekaligus merupakan bagian dari struktur *launching* jembatan. Jembatan ini umumnya digunakan untuk panjang bentang sampai 1400 meter.

5. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)

Jembatan beton prategang merupakan suatu perkembangan mutakhir dari bahan beton. Pada Jembatan beton prategang diberikan gaya prategang awal yang dimaksudkan untuk mengimbangi tegangan yang terjadi akibat beban. Jembatan beton prategang dapat dilaksanakan dengan dua sistem yaitu *post tensioning* dan *pre tensioning*. Pada sistem *post tensioning* tendon prategang ditempatkan di dalam *duct* setelah beton mengeras dan transfer gaya prategang dari tendon pada beton dilakukan dengan penjangkaran di ujung gelagar. Pada *pre tensioning* beton dituang mengelilingi tendon prategang yang sudah ditegangkan terlebih dahulu dan transfer gaya prategang terlaksana karena adanya ikatan antara beton dengan tendon. Jembatan beton prategang sangat efisien karena analisa penampang berdasarkan penampang utuh. Jembatan jenis ini digunakan untuk variasi bentang jembatan 20 - 40 meter.

#### 6. Jembatan rangka (*truss bridge*)

Jembatan rangka umumnya terbuat dari baja, dengan bentuk dasar berupa segitiga. Elemen rangka dianggap bersendi pada kedua ujungnya sehingga setiap batang hanya menerima gaya aksial tekan atau tarik saja. Jembatan rangka merupakan salah satu jembatan tertua dan dapat dibuat dalam beragam variasi bentuk, sebagai gelagar sederhana, lengkung atau kantilever. Jembatan ini digunakan untuk variasi panjang bentang 50 – 100 meter.

#### 7. Jembatan *box girder*

Jembatan *box girder* umumnya terbuat dari baja atau beton konvensional maupun prategang. *box girder* terutama digunakan sebagai gelagar jembatan, dan dapat dikombinasikan dengan sistem jembatan gantung, *cable-stayed* maupun bentuk pelengkung. Manfaat utama dari *box girder* adalah momen inersia yang tinggi dalam kombinasi dengan berat sendiri yang relatif ringan

karena adanya rongga ditengah penampang. *box girder* dapat diproduksi dalam berbagai bentuk, tetapi bentuk trapesium adalah yang paling banyak digunakan. Rongga di tengah *box* memungkinkan pemasangan tendon prategang diluar penampang beton. Jenis gelagar ini biasanya dipakai sebagai bagian dari gelagar segmental, yang kemudian disatukan dengan sistem prategang *post tensioning*. Analisa *full prestressing* suatu desain dimana pada penampang tidak diperkenankan adanya gaya tarik, menjamin kontinuitas dari gelagar pada pertemuan segmen. Jembatan ini digunakan untuk variasi panjang bentang 20 – 40 meter.

### **2.3. Pondasi**

Pondasi bangunan adalah konstruksi terpenting pada suatu bangunan, karena pondasi berfungsi sebagai penahan seluruh beban hidup dan mati yang berada di atasnya dan gaya-gaya dari luar. Pondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung dibawahnya. Beban dari kolom yang bekerja pada pondasi ini harus disebar ke permukaan tanah yang cukup luas sehingga tanah dapat memikul beban dengan aman.

Jika tegangan tekan melebihi tekanan yang diizinkan, maka dapat menggunakan bantuan pondasi tiang untuk membantu memikul tegangan tekan pada dinding dan kolom pada struktur bangunan. Pondasi tiang 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.

### 2.3.1 Jenis-Jenis Pondasi

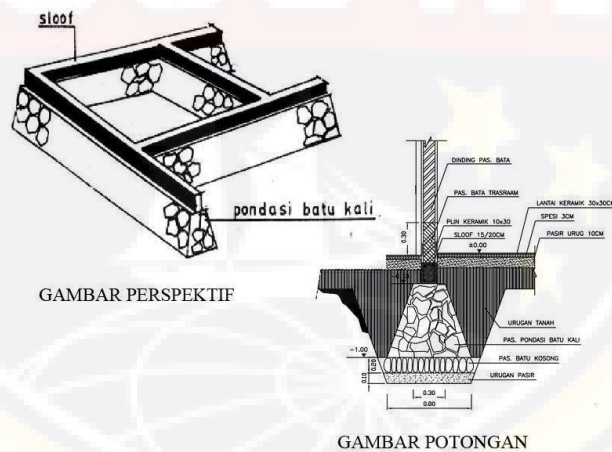
Bentuk pondasi ditentukan oleh berat bangunan dan keadaan tanah disekitar bangunan, sedangkan kedalaman pondasi ditentukan oleh letak tanah padat yang mendukung pondasi. Pondasi dibagi menjadi dua jenis yaitu :

#### 1. Pondasi Dangkal

Sistem pondasi ini digunakan apabila lapisan tanah dasar yang baik letaknya tidak dalam, dimana gangguan air tanah atau air sungai dapat diatasi agar pondasi bisa dikerjakan dalam keadaan kering sehingga mutu pondasi akan lebih baik dan ekonomis. Macam-macam pondasi dangkal adalah :

##### a. Pondasi Lajur Batu Kali

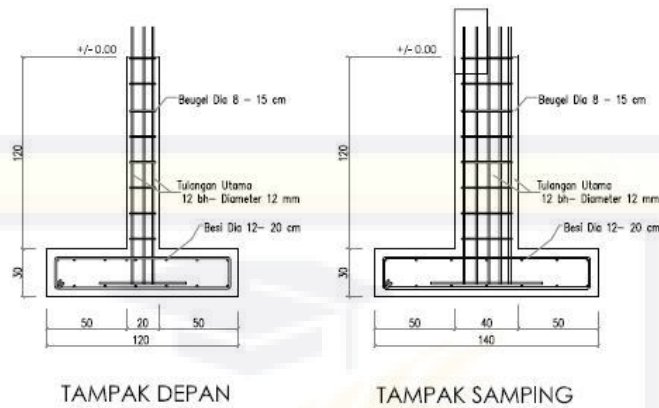
Pondasi lajur batu kali harus dibuat dengan pasangan bata dengan kualitas baik, tidak mudah retak atau hancur, dimana adukan yang dipakai minimal 1 bagian semen dan 6 bagian pasir (1:6) dan harus mempunyai kekuatan tekan pada umur 28 hari minimal  $30 \text{ kg/cm}^2$



**Gambar 2. 2 Pondasi Lajur Batu Kal**

b. Pondasi Plat (*Foot Plat*)

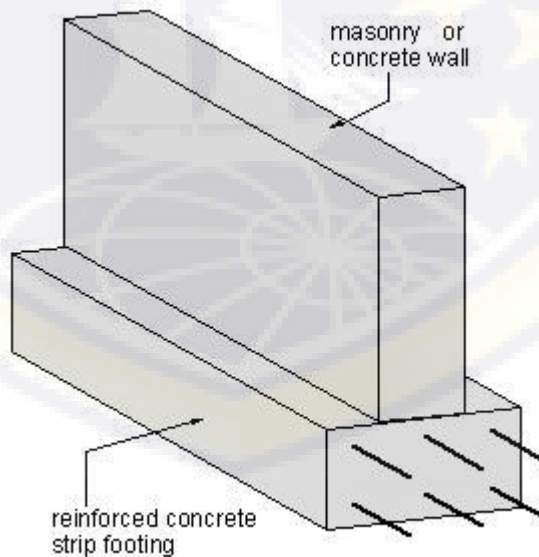
Pondasi plat menopang beban struktural maka disyaratkan terbuat dari konstruksi beton bertulang dengan mutu minimal K175.



**Gambar 2. 3** Pondasi Plat

c. Pondasi Plat Menerus (*Continues Footing*)

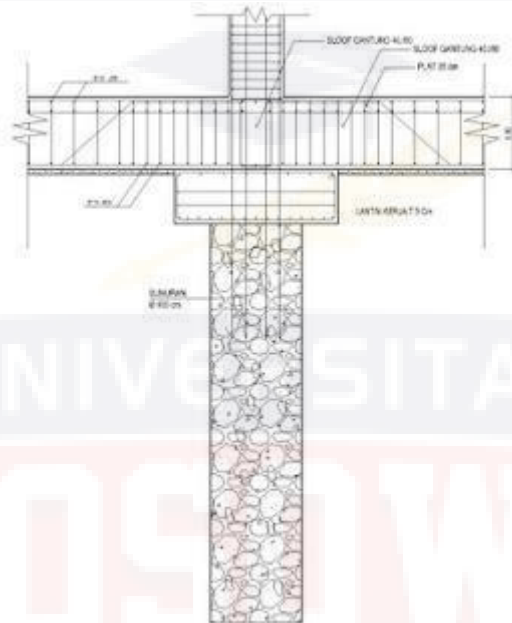
Pondasi ini juga disyaratkan terbuat dari konstruksi beton bertulang dengan mutu minimal K175. Bentuk pondasi ini merupakan pengembangan dari pondasi plat karena antara pondasi plat yang satu dengan yang lainnya terlalu dekat sehingga saling *overlap*, sehingga lebih baik antar kolom-kolom dihubungkan menjadi satu lewat pondasi plat menerus.



**Gambar 2. 4** Pondasi Plat Menerus

d. Pondasi Sumuran

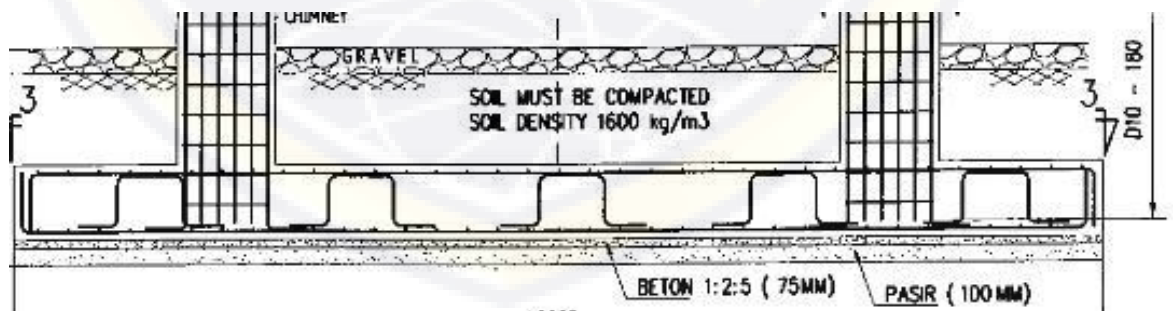
Pondasi sumuran digunakan apabila tanah dasar yang baik agak dalam letaknya serta di dalam tanah tidak terdapat gangguan yang menghalangi pelaksanaan pembuatan pondasi sumuran. Pondasi sumuran juga dapat digunakan jika ada bahaya penggerusan tanah di bawah dasar pondasi oleh arus air dimana dasar sumuran harus benar-benar pada lapisan tanah keras.



**Gambar 2. 5** Pondasi Sumuran

e. Pondasi Rakit

Pondasi rakit adalah pondasi plat beton yang dibuat seluas bangunan di atasnya, atau disebut pondasi plat setempat yang luas sekali.



**Gambar 2. 6** Pondasi Rakit

## 2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah dasar atau tanah keras yang terletak jauh dari permukaan. Macam-macam pondasi dalam adalah :

### a. Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang menggunakan beton jadi yang ditancapkan langsung ke tanah dengan menggunakan mesin pemancang. Karena ujung tiang pancang lancip menyerupai paku, tiang pancang tidak memerlukan proses pengeboran. Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam.

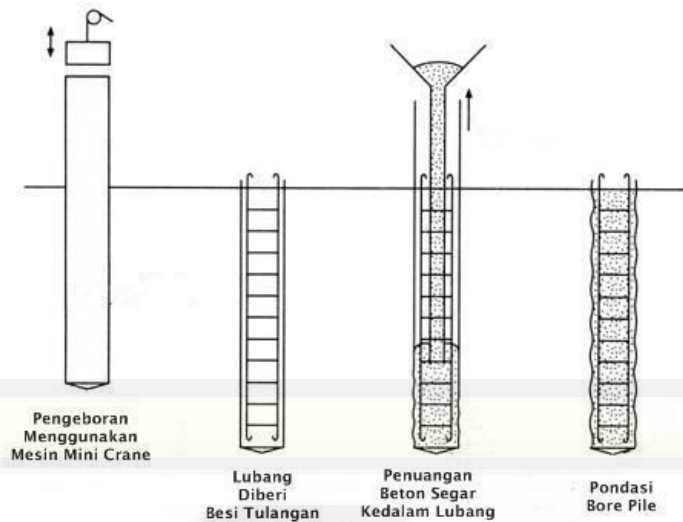


**Gambar 2. 7** Tiang Pancang

### b. Pondasi Tiang *Bore Pile*

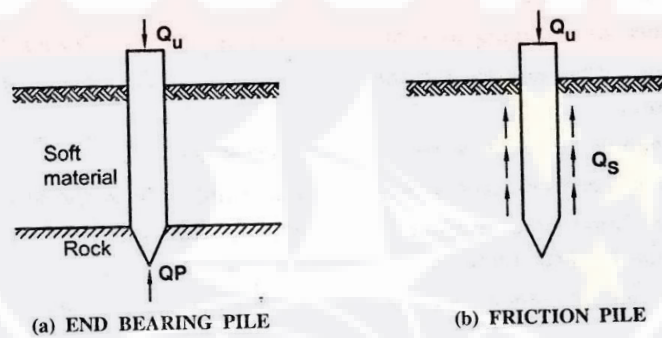
Pondasi *bore pile* adalah bentuk pondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah, pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah.

Setelah kedalaman sudah didapatkan kemudian pondasi pile dilakukan dengan pengecoran beton bertulang terhadap lobang yang sudah di bor.



**Gambar 2. 8** Tiang *Bore Pile*

Pondasi tiang memperoleh daya dukungnya dari gesekan antara selimut tiang dengan tanah dan dari tahanan ujungnya. Kedua komponen tersebut dapat bekerja bersama maupun terpisah, namun demikian pada suatu pondasi tiang umumnya salah satu dari komponen tersebut dapat lebih dominan. Tiang yang memiliki tahanan ujung lebih tinggi dari tahanan selimutnya disebut tiang tahanan ujung (*end bearing piles*) sebaliknya bila tahanan selimutnya lebih tinggi maka disebut tiang gesekan (*friction pile*)



**Gambar 2. 9** Tiang Tahanan Ujung dan Tiang Tahanan Gesek



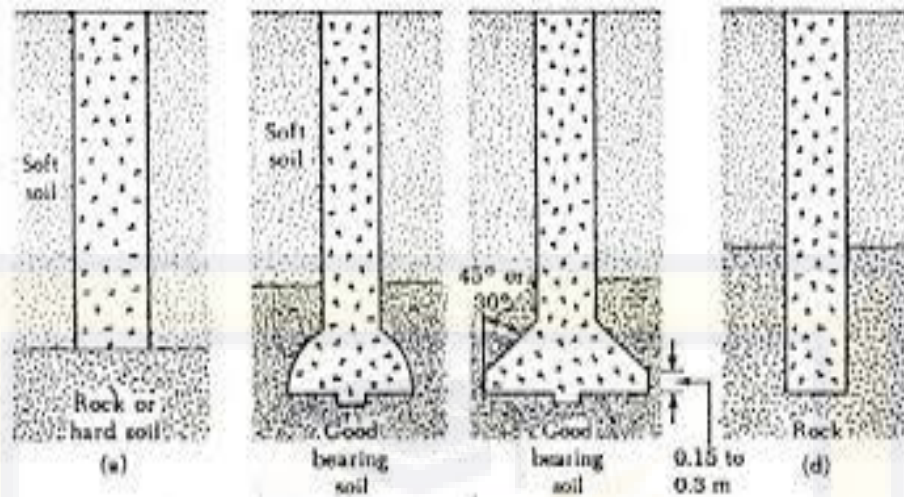
### 2.3.2 Pondasi *Bore Pile*

Pondasi *Bore Pile* adalah jenis pondasi dalam yang mempunyai bentuk seperti tabung memanjang yang terdiri dari campuran beton dengan besi bertulang dengan dimensi diameter tertentu yang dipasang didalam tanah dengan menggunakan metode pengeboran dengan instalasi pemasangan besi setempat serta pengecoran beton setempat. Panjang tiang pondasi *bore pile* harus sampai pada kedalaman dengan tingkat kekerasan daya dukung tanah yang disyaratkan untuk pondasi dasar konstruksi bangunan.

Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat diperbesar untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

Adapun jenis-jenis pondasi *bored pile* adalah sebagai berikut :

- a. *Bored pile* lurus untuk tanah keras
- b. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel
- c. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapezium
- d. *Bored pile* lurus untuk tanah batuan



**Gambar 2. 10** Jenis-Jenis *Bore Pile*

Fungsi pondasi tiang bor pada umumnya dipengaruhi oleh besar atau bobot dan fungsi bangunan yang hendak didukung dan jenis tanah sebagai pendukung konstruksi seperti :

1. Transfer beban dari konstruksi bangunan atas (*upper structure*) ke dalam tanah melalui selimut tiang dan perlawanan ujung tiang.
2. Menahan daya desak ke atas (*up live*) maupun guling yang terjadi akibat kombinasi beban struktur yang terjadi.
3. Memampatkan tanah, terutama pada lapisan tanah yang lepas (*non cohesive*).
4. Mengontrol penurunan yang terjadi pada bangunan terutama pada bangunan yang berada pada tanah yang mempunyai penurunan yang besar.

## **2.4. Produktifitas Alat Pancang dan Sumber Daya Manusia**

### **2.4.1 Produktivitas**

Produktivitas merupakan hal penting yang harus diperhatikan, khususnya pada proyek konstruksi yang tergantung waktu dan biaya. Hwang *and* Liu (2010) menegaskan bahwa produktivitas merupakan tolok ukur keberhasilan suatu pekerjaan. Proyek konstruksi dapat dikatakan berhasil, jika diselesaikan dengan

biaya dan waktu yang minimum, sehingga diperlukan prediksi produktivitas yang akurat untuk perencanaan dan kontrol operasi konstruksi.

Definisi produktivitas yang dikemukakan para pakar berbeda-beda. Secara umum produktivitas didefinisikan sebagai hubungan antara *output* dan *input* yang dihasilkan dari suatu proses (Isnaniah, 2007; Tridian, 2009; dan O'Grady, 2009). Produktivitas juga diartikan sebagai tingkatan yang mengindikasikan efisiensi sistem produksi (Bernold and AbouRizk, 2010) dengan pemanfaatan sumber-sumber untuk memproduksi barang-barang. Dalam konstruksi, Neil and Knack (1984) mendefinisikan produktivitas sebagai unit *output* produksi dibagi personil tiap jam masukan. Produktivitas dalam industri konstruksi dapat dideskripsikan dalam terminologi faktor kinerja, angka produksi, angka satuan orang-jam, dan lainnya (Dozzi and AbouRizk, 1993). Dalam manajemen, produktivitas merupakan usaha untuk mengukur keefektifan manajemen keahlian, pekerja, material, peralatan, perkakas, dan ruang pekerjaan untuk menghasilkan sebuah penyelesaian bangunan, pabrik, struktur, atau fasilitas tetap lainnya dengan biaya terendah (Oglesby *et al.*, 1989).

Dari uraian di atas, pengertian produktivitas dikelompokkan menjadi 3, yaitu:

1. Rumusan umum bahwa produktivitas adalah hubungan dari apa yang dihasilkan (*output*) terhadap keseluruhan peralatan produksi yang dipergunakan (*input*) atau tingkatan yang mengindikasikan efisiensi sistem produksi.

2. Dalam konstruksi bahwa produktivitas adalah unit *output* produksi dibagi personil atau peralatan tiap jam *input* atau produksi tiap alat atau personil yang digunakan.
3. Dalam manajemen bahwa produktivitas merupakan usaha mengukur keefektifan manajemen sumber daya untuk menyelesaikan pekerjaan dengan biaya rendah.

Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas mempunyai pengertian yang berbeda-beda tergantung sudut pandang tinjauan atau terminologi kajiannya. Secara umum, produktivitas dapat digambarkan secara sederhana dengan perbandingan antara *output* dan *input* (Park, 2006; Wignjosoebroto, 2008). Pengertian produktivitas *HSPD* lebih mengacu pada terminologi konstruksi, yaitu sejumlah unit produk yang dihasilkan tiap jam, tiap hari, atau periode waktu lainnya. Pengertian produktivitas tersebut mempunyai muara yang sama dengan pengertian secara umum di atas, seperti yang ditunjukkan O'Grady (2009) dalam Persamaan (2.1). Sumber daya yang digunakan atau faktor *input* berupa semua atau beberapa sumber untuk memproduksi *output*. *Output* terdiri dari tenaga kerja, peralatan, material, modal, energi, waktu, dll., merupakan hasil nyata yang dihasilkan oleh suatu proses. Rasio antara *output* dan *input* ini dapat berbentuk *output* yang dihasilkan oleh aktivitas kerja dibagi dengan waktu kerja. *Output* dapat juga berupa pekerjaan terselesaikan dan *input* berupa jumlah jam kerja (Gibson, 2009).

## 2.4.2 Metode Estimasi Produktivitas

Satu dari beberapa tugas penting yang dihadapi perencana dalam industri konstruksi adalah mengestimasi kinerja operasional sebelum pekerjaan konstruksi dimulai. Produktivitas telah digunakan sebagai kriteria untuk menjelaskan kinerja operasional, namun sistem pengukuran produktivitas konstruksi yang standar belum disetujui oleh banyak peneliti (Park, 2006). Peneliti kesulitan menentukan metode standar untuk mengukur produktivitas konstruksi karena kekomplekan proyek dan keunikan karakteristik proyek konstruksi (Oglesby *et al.*, 1989).

Pengukuran produktivitas dimaksudkan untuk mengetahui tingkat produktivitas suatu pekerjaan. Bernol *and* AbouRizk (2010) menyatakan bahwa *Bureau of Labor Statistics (BLS)* memberikan 2 pengukuran produktivitas berdasarkan banyaknya faktor atau sumberdaya yaitu:

1. Produktivitas multi faktor.
2. Produktivitas singgel faktor.

Produktivitas multi faktor merupakan perbandingan *output* terhadap keseluruhan atau beberapa faktor *input*, yaitu mengukur keluaran tiap unit kombinasi masukan, misalnya unit masukan yang terdiri dari pekerja dan kapital, biasanya digunakan dalam studi ekonomi. Produktivitas singgel faktor merupakan perbandingan *output* terhadap salah satu faktor *input*, yaitu mengukur keluaran tiap jam dari 1 sumberdaya, misalnya produktivitas pekerja, produktivitas peralatan, dll., biasanya digunakan dalam konstruksi (Park, 2006).

## **2.5. Biaya**

Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan aplikasi produk. Penghasilan produk selalu menghasilkan reabilitas, dan maintainability karena akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. (Soeharto, 1995)

### **2.5.1. Pengertian Biaya Konstruksi**

Biaya konstruksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu proyek. Kebijakan pembiayaan biasanya dipengaruhi oleh kondisi keuangan perusahaan yang bersangkutan. Bila kondisi keuangan tidak dapat menunjang kegiatan pelaksanaan proyek, dapat ditempuh dengan cara menurut Ariyanto (2003), yaitu:

1. Peminjaman kepada bank atau lembaga keuangan untuk keperluan pembiayaan secara tunai agar dapat menekan biaya, namun harus membayar bunga pinjaman.
2. Tidak meminjam uang, namun menggunakan kebijakan kredit barang atau jasa yang diperlukan. Dengan menggunakan cara ini akan dapat menghindari bunga pinjaman, namun harga yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan cara tunai.

Perhitungan biaya proyek sangat penting dilakukan dalam mengendalikan sumber daya yang ada mengingat sumber daya yang ada semakin terbatas. Untuk itu, peran seorang cost engineer ada dua yaitu, memperkirakan biaya proyek dan mengendalikan (mengontrol) realisasi biaya sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada estimasi.

## 2.5.2 Profil Biaya dan Pendanaan

### 2.5.2.1 Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Adalah seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek, yaitu meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan diproyek (dari persiapan hingga penyelesaian) dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut. Biaya langsung dapat dihitung dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Biaya langsung ini juga biasa disebut dengan biaya tidak tetap (*variable cost*), karena sifat biaya ini tiap bulannya jumlahnya tidak tetap, tetapi berubah-ubah sesuai dengan kemajuan pekerjaan.

Secara garis besar, biaya langsung pada proyek konstruksi sesuai dengan definisi di atas dibagi menjadi lima (Asiyanto, 2005):

1. Biaya bahan/ material
2. Biaya upah kerja (tenaga)
3. Biaya alat
4. Biaya subkontraktor
5. Biaya lain-lain

Biaya lain-lain biasanya relatif kecil, tetapi bila jumlahnya cukup berarti untuk dikendalikan dapat dirinci, menjadi misalnya:

1. Biaya persiapan dan penyelesaian
2. Biaya overhead proyek
3. Dan seterusnya

### 2.5.2.2 Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Adalah seluruh biaya yang terkait secara tidak langsung, yang dibebankan kepada proyek. Biaya ini biasanya terjadi diluar proyek namun harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya ini meliputi antara lain biaya pemasaran, biaya overhead di kantor pusat/ cabang (bukan overhead kantor proyek), pajak (tax), biaya resiko (biaya tak terduga) dan keuntungan kontraktor.

Nilai keuntungan kontraktor pada umumnya dinyatakan sebagai persentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Nilainya dapat berkisar 8% - 12%, yang mana sangat tergantung pada seberapa kehendak kontraktor untuk meraih pekerjaan sekaligus motivasi pemikiran pantas tidaknya untuk mendapatkannya. Pada prinsipnya penetapan besarnya keuntungan dipengaruhi oleh besarnya resiko atau kesulitan-kesulitan yang akan dihadapi dan sering kali tidak nampak nyata. Sebagai contoh, keterlambatan pihak pemberi tugas dalam melaksanakan tugas untuk membayar pekerjaan, dan sebagainya.

Biaya tidak langsung ini tiap bulan besarnya relatif tetap dibanding biaya langsung, oleh karena itu juga sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Biaya tetap perusahaan ini didistribusikan pembebanannya kepada seluruh proyek yang sedang dalam pelaksanaan. Oleh karena itu setiap menghitung biaya proyek, 5

selalu ditambah dengan pembebanan biaya tetap perusahaan (dimasukkan dalam mark up proyek). Biasanya pembebanan biaya ini ditetapkan dalam presentase dari biaya langsung proyeknya. Biaya ini walaupun sifatnya tetap, tetapi tetap harus dilakukan pengendalian, agar tidak melewati anggarannya.



### 2.5.3 Modal Kerja

Modal adalah dana yang disiapkan untuk pendanaan jangka panjang. Modal merupakan unsur yang menentukan kelancaran suatu usaha atau perusahaan karena dengan adanya modal perusahaan akan mampu membiayai segala pengeluaran dalam suatu proyek konstruksi. Pada dasarnya secara potensial tersedia berbagai macam sumber pendanaan bagi suatu perusahaan, yang dikelompokkan sebagai berikut (Soeharto, 1999):

#### 1. Modal sendiri

Modal sendiri atau *equity capital* dapat berasal dari:

##### a. Menerbitkan saham

Hasil penjualan dari saham yang baru diterbitkan akan merupakan dana yang dapat dipakai untuk membiayai proyek. Harga pasar suatu saham ditentukan oleh kinerja ekonomi perusahaan yang bersangkutan. Dalam pada itu pembeli menjadi pemegang saham atau disebut *share holder* atau *stock holder*.

##### b. Laba ditahan

Dana dapat pula dihimpun dari laba ditahan atau *retained earning* dari perusahaan. Seringkali ini merupakan sumber yang penting untuk pendanaan proyek.

#### 2. Sumber dari luar/ utang

Ini terjadi bila sejumlah uang (pinjaman pokok) dipinjam dalam jangka waktu tertentu. Dalam pada itu kreditor membebankan bunga dengan persentase tetap dan pembayaran kembali utang pokok sesuai syarat perjanjian.

### 3. Sumber dari proyek

Berasal dari proyek sendiri yaitu biasanya berupa uang muka dan pembayaran oleh *owner* yaitu sesuai dengan prestasi proyek dan berdasarkan waktu atau termin pembayaran.

#### **2.5.4 Rencana Anggaran Biaya**

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah besarnya biaya yang diperkirakan dalam pekerjaan proyek yang disusun berdasarkan volume dari setiap item pekerjaan pada gambar atau bestek. RAB diajukan oleh kontraktor pada saat terjadi penawaran, yang mana RAB ini dipakai patokan bagi kontraktor untuk mengajukan penawaran. Biaya ini disamping tergantung pada volume, juga sangat tergantung pada upah tenaga kerja dan karyawan, harga material yang dibutuhkan dan jasa kontraktor serta pajak.

Maksud dan tujuan penyusunan RAB bangunan adalah untuk menghitung biaya-biaya yang diperlukan suatu bangunan dan dengan biaya ini bangunan tersebut dapat terwujud sesuai dengan yang direncanakan.

Tahapan-tahapan harus dilakukan untuk menyusun anggaran biaya adalah sebagai berikut (Erviyanto, 2003) :

1. Melakukan pengumpulan data tentang jenis, harga serta kemampuan pasar menyediakan bahan/material konstruksi.
2. Melakukan pengumpulan data tentang upah pekerja yang berlaku di daerah lokasi proyek atau upah pekerja pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.

3. Melakukan perhitungan analisis bahan dan upah dengan menggunakan analisis yang diyakini baik oleh si pembuat anggaran.
4. Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dan kuantitas pekerjaan.
5. Membuat rekapitulasi.

## **2.6. Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan atau *scheduling* adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek (Ervianto, 2003).

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan.

## **2.7. Manajemen Konstruksi**

### **2.7.1. Manajemen Proyek Konstruksi**

Manajemen proyek konstruksi adalah suatu metode untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur yang dibatasi oleh waktu dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif. Pada hakekatnya manajemen proyek konstruksi menurut Ervianto (2005) ada dua pemahaman yang

pada pelaksanaannya menjadi satu kesatuan dalam mencapai tujuan proyek yaitu:

1. Teknologi Konstruksi ( *Construction Technology* ) yaitu mempelajari metode atau teknik tahapan melaksanakan pekerjaan dalam mewujudkan bangunan fisik di suatu lokasi proyek, sesuai dengan spesifikasi teknik yang disyaratkan.
2. Manajemen Konstruksi ( *Construction Management*) adalah bagaimana sumber daya (*man, material, machine , money , method*) yang terlibat dalam pekerjaan dapat dikelola secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan proyek, sesuai dengan ketentuan/hukum yang berhubungan dengan konstruksi.

Manajemen konstruksi telah diakui sebagai suatu cabang manajemen yang khusus, yang dikembangkan dengan tujuan untuk dapat melakukan koordinasi dan pengendalian atas beberapa kegiatan pelaksanaan proyek yang sifatnya kompleks.

Dengan demikian, teknik/manajemen yang dapat mengakomodasi kebutuhan sumber daya konstruksi selalu dilakukan peninjauan dan penyesuaian terus menerus, setiap saat dalam menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan yang sedang berjalan.

Manajemen konstruksi memerlukan pengelolaan yang baik dan terarah karena suatu proyek memiliki keterbatasan hingga tujuan akhir dari suatu proyek konstruksi bisa tercapai. Pengelolaan yang diperlukan meliputi tiga hal yang dikenal dengan istilah *triple constraint* yaitu biaya (*cost*), mutu (*scope*) dan waktu (*schedule*). Ketiga batasan tersebut saling mempengaruhi dalam keberhasilan sebuah proyek.

## 2.8 Analisa Waktu Penjadwalan

Perencanaan jadwal proyek konstruksi penting untuk proses perencanaan berupa alokasi waktu dari tiap-tiap pekerjaan pelaksanaan, dan pengaturan waktu dimulai dan akhirnya dari tiap-tiap pekerjaan proyek. Penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian.. Ketepatan penjadwalan dalam pelaksanaan proyek sangat berpengaruh pada terhindarnya banyak kerugian, misalnya pembengkakan biaya konstruksi, keterlambatan penyerahan proyek, dan perselisihan atau klaim. Manfaat adanya penjadwalan antar lain :

1. Bagi pemberi tugas atau pemilik yaitu:
  - a. pengetahuan mengenai waktu awal dan akhir suatu proyek;
  - b. dapat mengevaluasi dan menilai akibat perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek;
2. Sementara, bagi pemberi jasa konstruksi, selain manfaat yang sama dengan pemberi tugas, juga bermanfaat untuk:
  - a. dapat merencanakan kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja;
  - b. dapat mengatur waktu keterlibatan subkontraktor.

Menurut Iman Soeharto, perencanaan waktu pelaksanaan dan jumlah tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{k \times V}{T} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

N = Jumlah Tenaga Kerja

k = Koefisien Tenaga Kerja dalam Analisa Harga Satuan

V = Kuantitas Pekerjaan

T = Lama Pekerjaan

## 2.9 Penetapan Jam Kerja

Penetapan jam kerja, waktu istirahat, waktu lembur diatur dalam pasal 77 sampai 85 UU No.13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan yang berisi :

- 1) 7 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu ; atau
- 2) 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu

## 2.10 Durasi Pekerjaan

Durasi dalam setiap kegiatan dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{Q}{P \times C} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

D = Durasi

Q = Quantity (Volume Pekerjaan)

P = Produktivitas (Alat/Pekerjaan)

C = Jumlah Crew/Pekerja

Untuk mempercepat durasi, kita dapat melakukannya beberapa cara, yaitu :

## 1. Meningkatkan Produktivitas

Produktivitas dalam proyek terbagi menjadi 2, yaitu produktivitas alat dan produktivitas proyek pekerja. Semakin tinggi produktivitas proyek, maka semakin sedikit durasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek.

Produktivitas pekerja per hari dapat diperoleh dari rumus :

$$P = \frac{1}{\text{Koefisien Pekerja}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Koefisien pekerja di dapat dari pengamatan/survey lapangan yakni rata-rata produktivitas pekerja. Contoh: Dari pengamatan diketahui bahwa 1 orang tukang dan 3 orang pekerja mampu memasang keramik 40 m<sup>2</sup> dalam 1 hari. Maka untuk 1 m<sup>2</sup> keramik dibutuhkan: 1/40 tukang = 0,025 Orang Hari (OH)

3/40 pekerja = 0,075 Orang Hari (OH)

## 2. Menambah jumlah crew

Penambahan crew pekerja dan alat merupakan salah satu cara untuk mempersingkat durasi. Semakin banyak crew pekerja ataupun alat yang digunakan, maka semakin cepat pula proyek tersebut terselesaikan.

### 2.11 Kapasitas Produksi Alat

Faktor yang harus diperhatikan dalam menghitung produksi peralatan per satuan waktu yaitu:

#### 1. Kapasitas Produksi

$$Q = q \times N \times E \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam dari alat (m<sup>1</sup>/hari; m<sup>2</sup>/hari; m<sup>3</sup>/hari; kg/hari)

- q = Produksi dalam suatu siklus kemampuan alat (m1, m2, m3, kg)  
N = Jumlah siklus dalam satu jam (satuan waktu)  
E = Efisiensi kerja (cuaca, material, peralatan kerja)

## 2. Volume Pekerjaan

Yang dimaksud dengan volume suatu pekerjaan adalah suatu pekerjaan adalah suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume bagian pekerjaan dalam satu satuan. Volume yang juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Volume (kubikasi) yang dimaksud dalam pengertian ini bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

### 2.12 Definisi Time Schedule

Jadwal pelaksanaan (Time Schedule) adalah suatu alat pengendalian prestasi pelaksanaan proyek secara menyeluruh agar pelaksanaan proyek tersebut berjalan dengan baik.

Time schedule atau project schedule dibuat oleh project manager untuk mengatur manusia di dalam proyek dan menunjukkan kepada organisasi bagaimana pekerjaan proyek tersebut akan dilaksanakan.

#### 2.12.1 Fungsi Time Schedule

1. Sebagai pedoman kontraktor untuk melaksanakan suatu pekerjaan dan sebagai pedoman direksi untuk mengontrol apakah suatu pekerjaan berlangsung sesuai jadwal atau tidak.



2. Sebagai pedoman untuk mengevaluasi suatu pekerjaan yang telah diselesaikan.
3. Sebagai pedoman untuk mengatur kecepatan suatu pekerjaan.  
Untuk menentukan tahap-tahap pekerjaan sesuai dengan urutan waktu pelaksanaan.
4. Untuk memperkirakan biaya yang harus disediakan dalam jangka waktu tertentu, serta untuk memperkirakan jumlah tenaga kerja, jumlah dan macam peralatan, serta material yang digunakan.

### **2.12.2 Jenis Time Schedule**

Dalam proyek konstruksi terdapat beberapa jenis model penjadwalan yang biasa digunakan baik untuk proyek yang berskala kecil sampai yang besar baik yang bersifat formal maupun non formal. Secara umum dalam proyek konstruksi sering kita temukan jenis penjadwalan atau schedule berupa penjadwalan diagram batang/Gantt Chart dan Curve-S yang berfungsi memproyeksikan kemajuan progres bobot pekerjaan dan waktu pelaksanaan. Ada beberapa bentuk time schedule dalam proyek konstruksi, diantaranya:

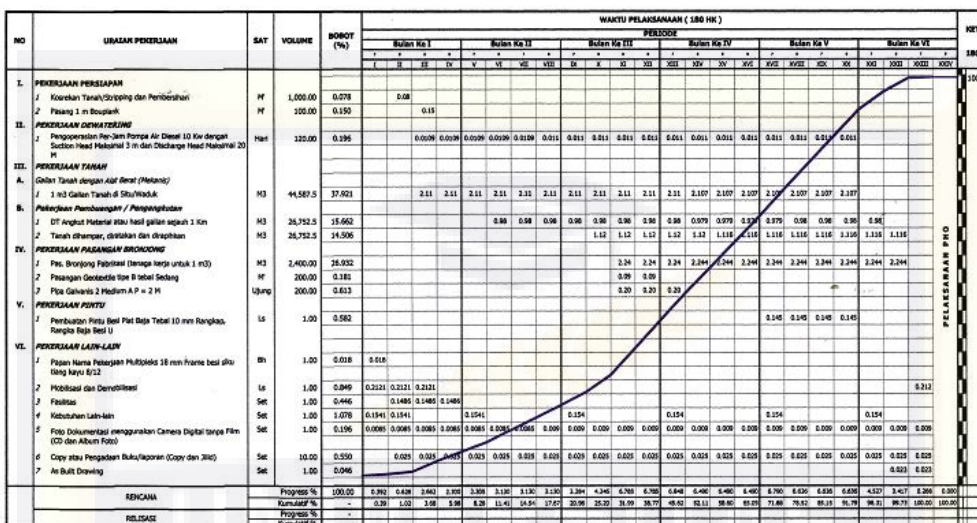
1. Schedule Waktu Tertentu

Schedule waktu tertentu seperti Schedule harian, schedule mingguan, bulanan, tahunan.

2. Curve-S

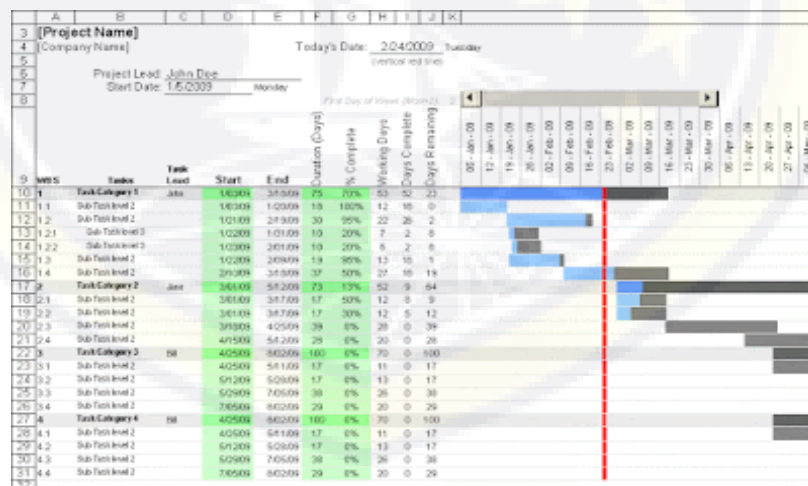
Sebuah jadwal pelaksanaan yang disajikan dalam bentuk tabel dan bagan menyerupai huruf S. Model penjadwalan semacam ini berupa penjadwalan yang berfungsi untuk memberikan informasi berupa bobot pekerjaan (Sb-y)

dengan index dari 0–100% berdasarkan waktu durasi proyek (Sb-x) sehingga hubungan kedua sumbu tersebut membentuk kurva yang berbentuk S.



Gambar 2. 11 Curve-S

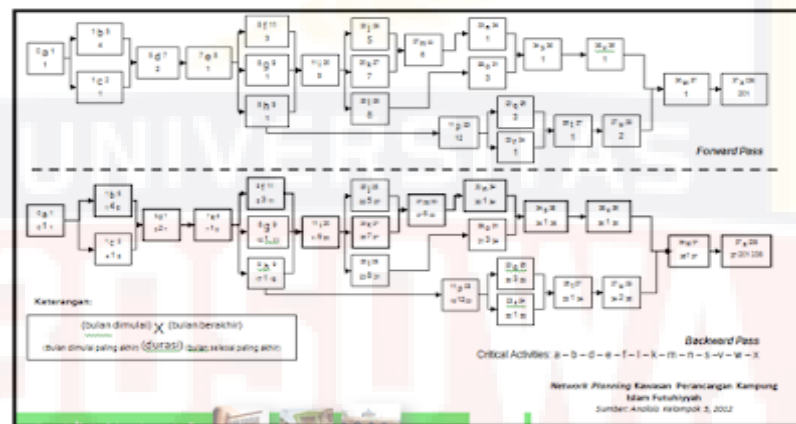
3. Gantt Chart, berupa model penjadwalan yang memproyeksikan item pekerjaan/pada sumbu y terhadap waktu pelaksanaannya yang berupa model diagram batang/Gantt secara horisontal sepanjang waktu total penjadwalan pada sumbu x/durasi proyek.



Gambar 2.12 Gantt Chart

#### 4. Network Planning/Jaringan Kerja

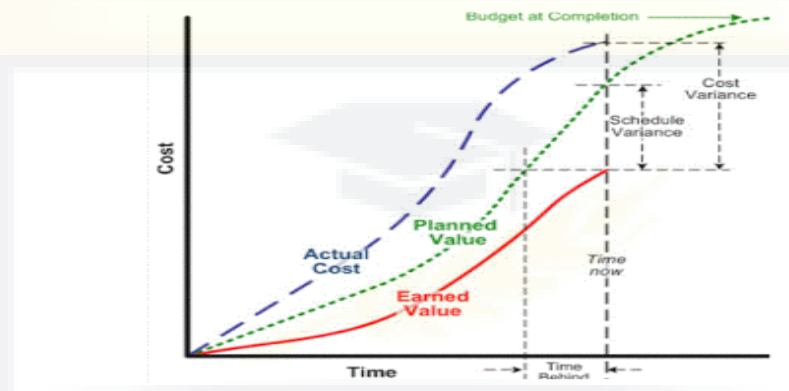
Jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram network, model ini digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada didalam proyek maupun untuk mengetahui waktu detail pekerjaan yaitu dapat menentukan waktu yang paling cepat atau Early Time dan waktu paling lama atau Latest Time untuk dikerjakan dan waktu selesainya pada setiap item pekerjaan yang akan dilaksanakan.



**Gambar 2.13** Network Planning/Jaringan Kerja

5. Earned Value Management (EVM)/Earned Value Analysis (EVA), model penjadwalan ini pada dasarnya merupakan instrumen pengukuran kinerja/performance (nilai hasil) terhadap waktu dan biaya suatu proyek khususnya di bidang konstruksi. Parameter dasar pada metode EVM yaitu Budgeting Cost Work Performance (BCWP)/Earned Value (EV) yaitu nilai hasil bobot pekerjaan aktual di lapangan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan pada setiap item pekerjaan yang telah dikerjakan, kemudian parameter ke -2 yaitu Actual Cost Work Performance (ACWP) yaitu parameter

yang menunjukkan biaya aktual yang telah dikeluarkan pada suatu pekerjaan sampai periode dilakukannya evaluasi kinerja dan parameter ke-3 yaitu Budgeting Cost Work Scheduled (BCWS)/Planned Value/PV.



**Gambar 2.14** EVM / EVA

6. Resources Scheduled Distribution, model penjadwalan ini merupakan uraian dari penjadwalan sebelumnya dimana dalam penjadwalan ini hanya berfokus pada sumber daya yang akan dijadwalkan selama proses konstruksi baik distribusi jadwal tenaga kerja, material dan peralatan proyek. Fungsi dari model penjadwalan ini yaitu dapat memberikan informasi target alokasi sumber daya berdasarkan jumlah yang akan direncanakan/digunakan pada periode pelaksanaan proyek, sehingga dapat mencegah terjadinya keterlambatan waktu alokasi sumber daya proyek di lapangan yang tentunya mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

Urutan	Tenaga Ahli	Durasi	Orang	HO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,2	B	2	1	2	B	B																		
1,3	A	6	1	6	A	A	A	A	A	A														
1,4	C	4	1	4	C	C	C	C																
1,6	C	2	1	2					C	C														
1,7	B	4	1	4			B	B	B	B														
2,6	A	5	1	5						A	A	A	A	A										
3,4	C	3	1	3						C	C	C												
3,5	B	5	1	5						B	B	B	B	B										
3,6	C	1	1	1											C									
4,5	C	1	1	1												C								
4,8	A	3	1	3													A	A	A					
5,8	A	5	1	5																A	A	A	A	A
6,8	C	8	1	8													C	C	C	C	C	C	C	C
7,8	B	8	1	8													B	B	B	B	B	B	B	B

Jumlah 57

Tenaga																								
Ahli-A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ahli-B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ahli-C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jumlah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Total	57																							



Gambar 2.15 Resources Scheduled Distribution

### 2.13 Efisiensi Kerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat yaitu efisiensi alat. Bagaimana efektivitas alat tersebut tergantung dari beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator pemakai alat
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat
3. Perencanaan dan pengukuran letak alat
4. Topografi dan volume pekerjaan
5. Kondisi cuaca
6. Metode pelaksanaan alat

Cara yang umum dipakai untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan cara menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam. Contohnya jika dalam satu jam waktu efektif alat bekerja adalah 45 menit maka dapat dikatakan efisiensi alat adalah  $45/60$  atau  $0.75$  (Rostiyanti, 2002:21). Produktivitas perjam dari suatu peralatan yang diperlukan adalah standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor efisiensi kerja.

Efisiensi kerja juga disebut faktor koreksi, sehingga produktivitasnya mendekati di lapangan. Harga efisiensi kerja dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini:

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buru Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

**Tabel 2.1 Efisiensi alat**

#### 1. Analisa Produktivitas Alat Berat

Dalam melakukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume kerja dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{CT}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus diatas menjadi :

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \frac{60}{\text{CT}} \text{efisiensi} \dots\dots\dots(2.6)$$

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama didalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, dan kembali ke kegiatan awal.

Rumus :

$$\text{CT} = \text{LT} + \text{HT} + \text{DT} + \text{RT} + \text{ST} \dots\dots\dots(2.7)$$

CT = waktu siklus ( cyle time )

LT = waktu muat ( loading time )

HT = waktu angkut ( hauling time )

DT = waktu pembongkaran ( dumping time )

RT = waktu kembali ( return time )

ST = waktu tunggu ( spotting time )

Pada umumnya dalam suatu pekerjaan terdapat lebih dari satu jenis alat yang dipakai. Setelah jumlah masing-masing alat diketahui maka selanjutnya perlu dihitung durasi pekerjaan alat tersebut. Salah satu caranya adalah dengan menentukan beberapa produktivitas total alat setelah dikalikan jumlahnya. Kemudian dengan menggunakan produktivitas total terkecil maka lama pek

$$Durasi = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktifitas perjam}} \dots\dots\dots(2.8)$$

### 2.13.1 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standart pengupahan pekerja dan harga sewa / beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi.

### 2.13.2 Harga Satuan Upah

Harga satuan upah adalah adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa/beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi.

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

$$\sum \text{Tenaga Kerja} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Koefisien Analisa Tenaga Kerja} \dots\dots\dots(2.9)$$

Sedangkan untuk upah pekerjaan, secara luas dapat dibedakan beberapa macam yaitu:

1. Upah borongan, yaitu upah yang harus dibayarkan kepada tenaga kerja yang ditentukan berdasarkan kesepakatan antar pekerja dengan yang memberikan pekerjaan pada saat belum dimulai pekerjaan.



2. Upah per potong atau upah satuan, yaitu besaran upah yang akan ditentukan dengan banyaknya hasil produksi yang dicapai oleh pekerja dalam waktu tertentu. Sedangkan jenis upah yang banyak dimanfaatkan di perusahaan-perusahaan diklasifikasikan menjadi 2 golongan yaitu :

a. Upah menurut waktu

Merupakan sistem pengupahan pekerja yang dibayar berdasarkan waktu yang dihabiskan, misalnya perjam, per hari, per bulan, per tahun, Jam orang standar (standar man hour).

b. Upah menurut hasil kerja

Dengan sistem ini tenaga kerja dibayar untuk jumlah unit pekerjaan yang telah diselesaikan tanpa menghiraukan jumlah waktu yang dipergunakan.

1) Upah menurut standar waktu. Dengan sistem ini upah dibayarkan berdasarkan waktu yang telah distandarisasi guna menyelesaikan suatu pekerjaan.

2) Upah menurut kerja sama pekerja dan pengusaha. Sistem ini meliputi pembagian keuntungan yang pembayarannya dilakukan kemudian sebagai tambahan atau kombinasikan dengan sistem pembayaran upah yang telah disebutkan di atas.

Perhitungan Upah Biaya pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Biaya Pekerja} = \text{Durasi} \times \text{Upah Kerja} \dots\dots\dots(2.10)$$

c. Faktor Pengaruh Tingkatan Upah

Diantara berbagai faktor penting yang mempengaruhi tingkatan upah pekerja adalah sebagai berikut :

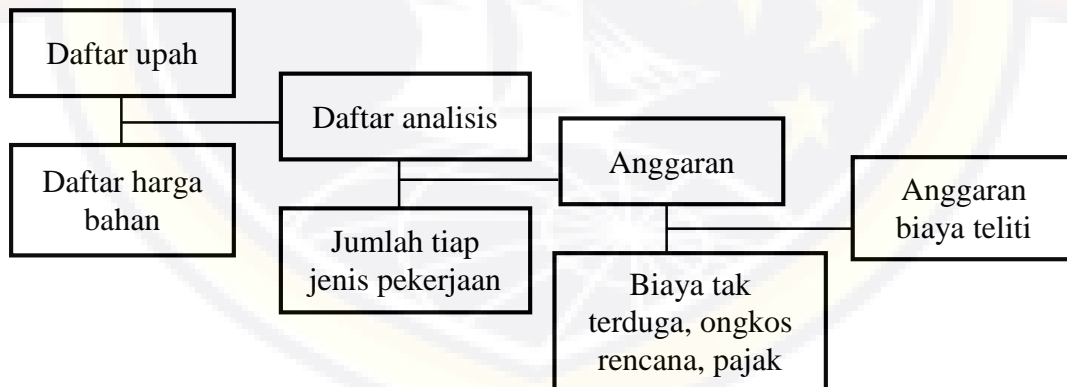
- 1) Penawaran dan Permintaan Tenaga Kerja
- 2) Organisasi atau Asosiasi Profesi
- 3) Kemampuan perusahaan untuk membayar
- 4) Produktivitas
- 5) Biaya Hidup
- 6) Pemerintah Daerah

### 2.13.3 Harga Satuan Bahan

Harga satuan bahan adalah angka-angka jumlah kebutuhan bahan maupun tenaga yang diperlukan.

Ada empat faktor yang dibutuhkan dalam standar anggaran biaya yaitu :

1. Harga bahan-bahan setempat
2. Harga upah pekerja/tukang setempat
3. Keamanan di tempat pekerjaan



**Gambar 2.16** Skema Analisa harga satuan

Dalam skema diatas dijelaskan bahwa untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan maka harga satuan bahan, harga satuan tenaga, dan harga satuan alat harus diketahui terlebih dahulu yang kemudian dikalikan dengan koefisien yang telah ditentukan sehingga akan didapat perumusan sebagai berikut :

Upah : harga satuan upah x koefisien (analisa upah)

Bahan : harga satuan bahan x koefisien (analisa bahan)

Alat : harga satuan alat x koefisien (analisa alat)

Maka didapat:

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Upah} + \text{Bahan} + \text{Peralatan} \dots \dots \dots (2.11)$$

#### **2.13.4 Harga Satuan Peralatan**

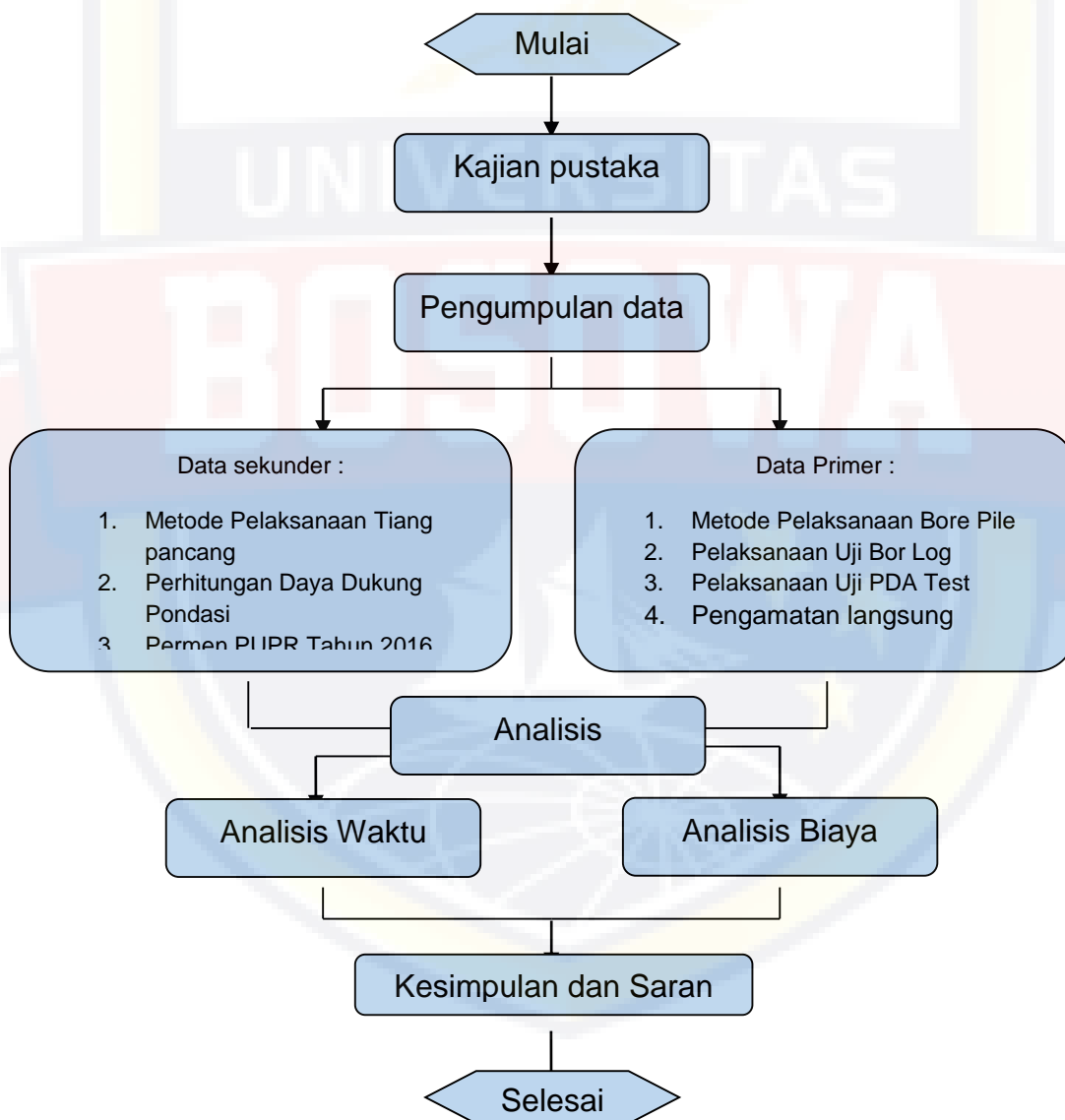
Banyak jenis pekerjaan konstruksi yang memerlukan peranan alat guna membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Oleh karena itu bila dalam pelaksanaan suatu item pekerjaan tertentu memerlukan alat-alat konstruksi, terutama jenis alat-alat berat, maka sub harga satuan alat harus dihitung tersendiri seperti halnya sub harga bahan terdiri dari :

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

## BAB III METODE PERENCANAAN

### 3.1. Langkah-langkah Tinjauan

Dalam tugas akhir ini akan membahas tentang tinjauan perbandingan biaya pekerjaan borepile dengan tiang pancang sesuai peraturan menteri PUPR No. 28 Tahun 2016 pada CT. 312 di Km 1+725. Urutan pekerjaan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

PERBANDINGAN BIAYA PEKERJAAN BORE PILE DENGAN TIANG PANCANG SESUAI PERATURAN MENTERI  
PUPR NO.28 TAHUN 2016 PADA CT.312 KM 1+725

## 3.2. Data Struktur

### 3.2.1. Data Umum

Diketahui data umum struktur sebagai berikut :

1. Nama Gedung/Struktur : Jembatan overpass
2. Lokasi : Desa Mangempang, Kecamatan Barru,  
Kabupaten Barru
3. Fungsi : Jembatan kereta api
4. Pemberi Tugas : Kementerian Perhubungan Dirjen  
Perkeretaapian
5. Waktu Pelaksanaan : 721 hari
6. Material Struktur : Beton.
7. Tinggi Struktur : 5,2 m

Data awal struktur dilihat pada lampiran.

### 3.2.2. Data Material dan Peralatan Bore Pile

Diketahui data material struktur dan alat borepile sebagai berikut :

1. Beton Borepile : K-350
2. Alat Borepile : Sany SR 150c
3. Crane Service : P&H 335
4. Genset : Mitsubishi 6 DB 8 silinder
5. Casing Bor : 0,8 m
6. Mesin Las : Dongfeng

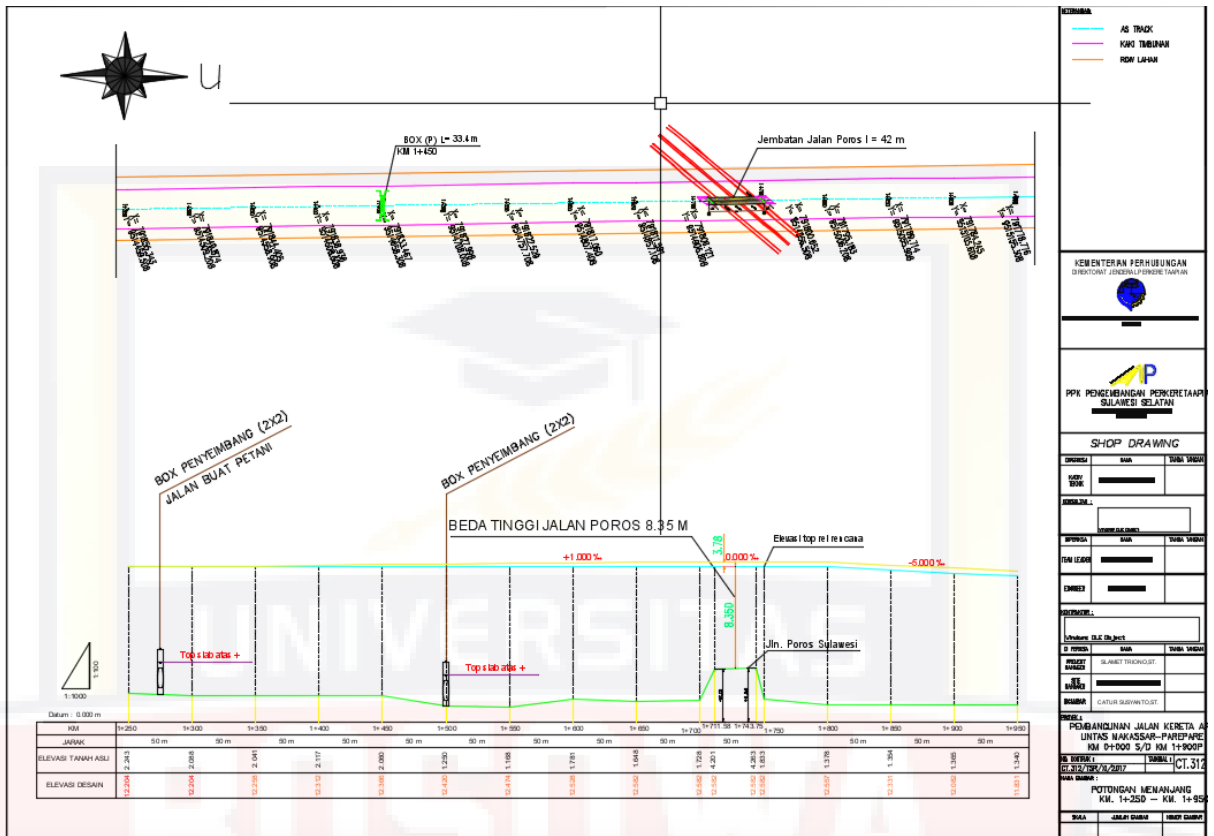
### 3.2.3. Data Material dan Peralatan Tiang Pancang

Diketahui data material struktur dan alat tiang pancang sebagai berikut :

1. Spun Piles Dia. 0,5 m : K-600
2. Alat Pancang : YZC320 Hidrolic Hammer (HSPD)
3. Crane Service : Crawler crane 20 Ton
4. Genset : Mitsubishi 6 DB 8 silinder
5. Casing Bor : 0,8 m
6. Mesin Las : Dongfeng

UNIVERSITAS  
**BOSOWA**

### 3.3. Layout Track



Gambar 3.2 Layout Track

### 3.4. Metode Kerja

#### 3.4.1 Metode Kerja Borepile

Proses pelaksanaan pengeboran :

1. Pekerjaan Persiapan diantaranya;
  - a. Marking dan penomeran pengeboran
  - b. Pembuatan bak penampungan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara air buangan dan tempat pencampuran air dengan tanah liat sebagai media bantu dalam proses pengeboran
  - c. Pompa air kotor
  - d. Material pendukung (beton ready mix)

e. Perakitan tulangan baja

2. Pengeboran langkah-langkah pengeboran sbb:

a. Pekerjaan Pengeboran

Mesin bor yang digunakan dilengkapi dengan “kelly bar” dan auger-soil / clay-auger mesin ini mempunyai kemampuan membuat lubang bor sampai dengan kedalaman 30.00-40.00 m. Tipe mesin yang digunakan adalah “ hydraulic drilling-machine “, yaitu mesin bor dengan merk/brand Sany

1) Marking dan setting out posisi pile

Setelah gambar kerja disetujui, surveyor melakukan pengukuran, marking dan setting out titik pile yang akan dibor

2) Pemasangan casing temporary

Setelah marking dan setting out titik bore selesai dikerjakan, dilanjutkan dengan pekerjaan pemasangan casing temporary. Hal ini bertujuan agar pada saat pekerjaan pengeboran dilakukan jangan sampai terjadi keruntuhan pada permukaan tanah yang dibor

3) Pekerjaan pengeboran

Sebelum memulai pengeboran, alat bor disetting pada titik bore pile yang sudah di marking dan dipasang casing temporary. Pengeboran dilakukan dengan menggunakan auger dan panjang kedalaman titik pile disesuaikan dengan gambar rencana

4) Cleaning



Setelah mencapai kedalaman design rencana, alat bor auger diganti alat bor dengan dasar yang flat (cleaning bucket). Cleaning bucket berfungsi untuk membersihkan dasar lobang

5) Pengecekan kedalaman dasar pengeboran

Pengukuran kedalaman lobang bor dilakukan dengan menurunkan meteran sampai ke dasar lubang bor. Diujung meteran dipasang plum dengan berat yang cukup agar memastikan meteran sampai ke dalam dasar lubang bore pile.

b. Pekerjaan Pengecoran

- 1) Pemasangan pipa trime sesuai dengan kedalaman lobang
- 2) Pasang baja tulangan yang sudah dirakit
- 3) Dilakukan pembersihan dengan menyemprotkan air
- 4) Setelah tenaga pengecoran siap, masukan beton ke dalam lubang pipa sampai ke permukaan
- 5) Pipa selubung (casing) ditarik keluar bila digunakan casing sementara
- 6) Pengecoran dilakukan dengan bantuan vibrator untuk membantu aliran campuran beton ke dalam lobang agar tidak ada udara yang terjebak dalam campuran beton
- 7) Penarikan pipa tremi harus dijaga sehingga ujung bawah pipa tetap terendam campuran beton. Pengecoran dihentikan jika campuran beton sampai ke permukaan lubang (meluap) dan benar-benar bersih dari lumpur atau kotoran lainnya.

c. Pekerjaan Pembersihan

Setelah pekerjaan bore pile selesai, dilakukan pekerjaan pembersihan dengan alat cleaning bucket dengan ukuran yang sesuai diameter lubang bore pile. Sebelum dan sesudah melakukan pembersihan harus dilakukan pengukuran dasar lubang menggunakan alat ukur dengan tujuan untuk memastikan lubang bore pile sudah bersih.



## BAB IV

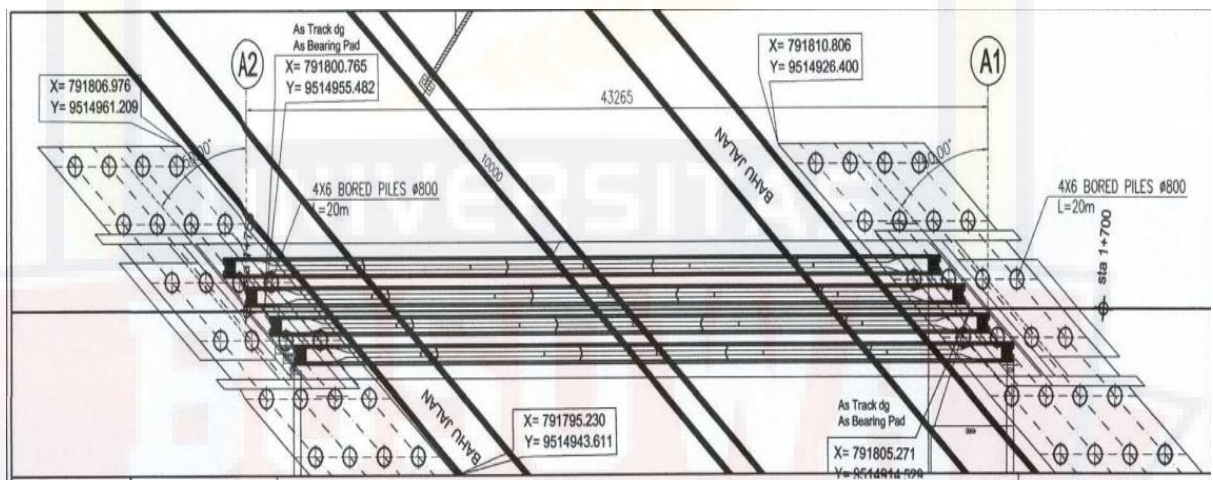
### PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

#### 4.1 Pekerjaan Struktur Bawah

Analisa perhitungan struktur bawah dapat dilihat sebagai berikut :

##### 4.1.1 Pekerjaan Bore Pile

Analisa perhitungan pekerjaan Bor pile dapat dilihat pada data gambar berikut.



**Gambar 4.1** Denah dan Detail titik Borpile (Gambar desain)

#### 1. Pengeboran Bor pile

Durasi Pengeboran sebagai berikut;

- Jumlah Titik = 48 titik
- Kedalaman = 20 meter
- Volume = Jumlah titik x Kedalaman  
= 48 titik x 20 meter  
= 960 meter

1 hari alat berat dapat mengebor pile sebanyak 1 titik dengan kedalaman 20 m, maka:

Durasi 1 m pengeboran ;

1 hari pengerjaan 1 titik dengan kedalaman 20 m = 1 x 20 = 20 m

Jadi, 1 m pengeboran =  $\frac{7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{20 \text{ m}} = 21 \text{ menit/meter}$ .

## 2. Produktifitas beton ready mix

Merek dan model alat : Nissan Diesel CWB 250 LMN

Kapasitas mixer V : 5 m<sup>3</sup>

Efisiensi kerja E : 0,83

Waktu siklus TS : T1 (pengisian) + T2 (tempuh) + T3 (penumpahan)  
+ T4 (kembali) + T5 (tunggu)

Dimana :

$$T1 = \frac{V \times 60}{Q1} = \frac{5 \times 60}{18} = 16,66 \text{ menit}$$

$$T2 = \frac{L \times 60}{VF} = \frac{5,3 \text{ km} \times 60}{30} = 10,6 \text{ menit}$$

T3 = waktu penumpahan 5 menit (asumsi lapangan)

$$T4 = \frac{L \times 60}{VF} = \frac{5,3 \text{ km} \times 60}{45} = 7 \text{ menit}$$

T5 = waktu menunggu 5 menit (asumsi)

$$TS = T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

$$= 16,66 + 10,6 + 5 + 7 + 5$$

$$= 44,26 \text{ menit}$$

Kapasitas produksi per jam Q

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{TS} = \frac{5 \times 0,83 \times 60}{44,26} = 5,63 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi per hari

Perhitungan produktifitas / hari = 5,63 m<sup>3</sup>/jam x 7 = 39,41 m<sup>3</sup>/ hari

3. Perhitungan Biaya sebagai berikut :

a. Harga sewa alat perbulan

Sany SR= Rp. 1.207.500.000,00

Harga sewa alat perhari =  $\frac{\text{Rp.1.207.500.000,00}}{30} = \text{Rp. 4.025.000,00}$

b. Biaya Operasional Peralatan

- Biaya Bahan Bakar

Kebutuhan Bahan Bakar = FOM X FW X PK

Dimana :

FOM = Faktor Operasi Mesin = 0.8 (asumsi mesin bekerja optimal 80 %)

FW = Faktor Waktu = (dengan asumsi kerja 50 menit perjam)

PBB = Pemakaian bahan bakar untuk pemakaian solar = 0.2 liter/DK/jam

PK = Kekuatan Mesin = 75 Kw = 100 HP

Maka kebutuhan bahan bakar per hari :

$$= 0.8 \times 0.83 \times 0.2 \times 75$$

$$= 9,96 \text{ liter/jam}$$

$$= 1 \text{ jam} \times 9.96 \text{ liter/jam}$$

$$= 9,96 \text{ liter} \times \text{Rp. 12.500}$$

$$= \text{Rp. 124.500,00 /jam} \times 7 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. 871.500 / hari}$$

- Biaya Minyak Pelumas

Kebutuhan Minyak Pelumas

$$G = \frac{DK \times F}{195,5} + \frac{c}{t}$$

G = banyaknya minyak pelumas yang digunakan

DK = kekuatan minyak = 75 Kw = 100 HP

F = Faktor (0.8 x 0.83)

C = Isi dari carter mesin = 200 liter

T = Selang waktu pergantian = 42 jam

Maka kebutuhan minyak pelumas per hari :

$$G = \frac{75 \times 0,664}{195,5} + \frac{200}{42} = 5,016 \text{ liter/jam}$$

$$= 1 \text{ jam} \times 5,016 \text{ liter/jam}$$

$$= 5,016 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 26.500,00$$

$$= \text{Rp.} 132.924,00/\text{jam} \times 7 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 930.468 \text{ /hari}$$

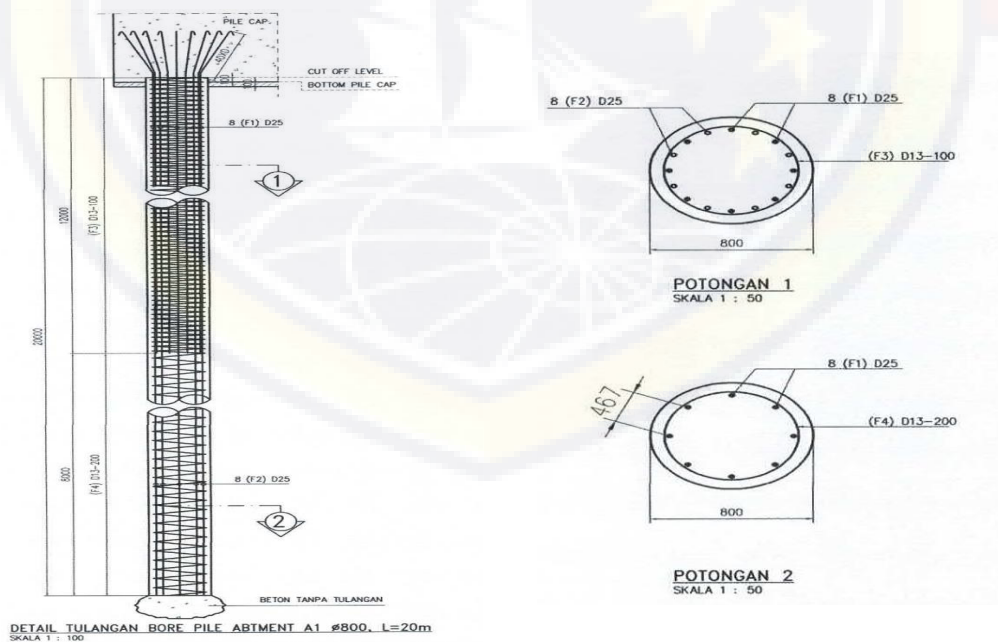
c. Biaya Operator

Biaya operator per hari = Rp 125.000

1 hari = 7 jam kerja, maka biaya operator per jam

= Rp 125.000

4. Pembesian / Penulangan Pada Bor Pile



Gambar 4.2 Dimensi dan Detail Penulangan Borpile (gambar desain)

Volume :

$$20 \text{ m} = 1.327,22 \text{ kg}$$

$$1 \text{ m} = \frac{1.237,21 \text{ kg}}{20} = \text{kg/m}$$

$$= 66,36 \text{ kg/m} \times 1 \text{ m}$$

$$= 66,36 \text{ kg/m}$$

No	Uraian	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Penulangan 10kg				
1	Pekerja	0,070	70.000	4.900
2	Tukang Besi	0,070	85.000	5.950
3	K.Tukang	0,007	95.500	669
4	Mandor	0,004	100.000	400
5	Besi Beton (polos/ulir)	1,05	9.500	9.975
6	Kawat Beton	0,150	35.750	5.363
Total			395.750	27.256
Keuntungan 15 %		0,15		4.088,40
				31.344,40
Jumlah Harga/koefisien 10 kg		10		3.134,44
Biaya Permeter		66,36		<b>208.001,44</b>
Biaya Perhari		20	<b>4.160.028,77</b>	

**Tabel 4.1** Biaya Penulangan 10 kg Bore Pile (hasil analisa)

$$\text{RAB} = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

$$\text{RAB} = 48 \text{ titik} \times \text{Rp. } 4.160.028,77/\text{m}^1$$

$$= \text{Rp. } 199.681.380,86$$

#### 4. Pengecoran Pada Bor pile

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 0,4^2 \times 1\text{m} \\ &= 0,5024 \text{ m}^3 \times 20 \text{ m} \\ &= 10,048 \text{ m}^3/\text{m}^1 \end{aligned}$$

Pengecoran				
	Uraian	Koefisien	Harga Satuan (Rp )	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA			
	Pekerja	2,1	70.000	147.000
	Tukang	0,35	85.000	29.750
	Kepala Tukang	0,035	95.500	3.343
	Mandor	0.105	100.000	10.500
	JUMLAH HARGA TENAGA KERJA			190.593
	Biaya Pengecoran dilapangan dibagi ½ dari harga SNI Tenaga Kerja			95.296
B	Beton Ready mix K.350	1	1.362.000	1.362.000
	Total Bahan			1.362.000
C	PERALATAN	Kapasitas(Hari)	Harga Satuan (Hari)	Biaya perhari /kapasitas
	Concrete pump	39,41	2.450.000	62.167
	Bahan Bakar	39,41	871.500	22.114
	Minyak Pelumas	39,41	930.468	23.610
	Operator	39,41	125.000	3.172
	JUMLAH HARGA PERALATAN	39,41	4.376.968	111.062
D	Jumlah A+B+C			1.568.358,62
E	Overhead & Profit (15%)	0,15	15% x D	235.253,79



Pengecoran				
	Uraian	Koefisien	Harga Satuan (Rp )	Jumlah Harga (Rp)
	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			1.803.612,41
	Biaya m1 pengecoran	0,5024		<b>906.134,88</b>
	Biaya perhari Pengecoran	20	<b>18.122.697,53</b>	

**Tabel 4.2** Biaya Pengecoran Bore Pile (hasil analisa)

No	Uraian	Koefisien	Jumlah Harga (hari)
Pengeboran			
1	Tenaga kerja		
	a Pekerja		70.000
	b Tukang		85.000
	c Kepala Tukang		95.500
	d Mandor		100.000
2	Operator		Rp. 125.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja			Rp. 475.500,00
3	Sewa alat		Rp. 4.025.000,00
4	Bahan bakar		Rp. 871.500,00
5	Pelumas		Rp. 930.468,00
Total			Rp. 6.302.468,00
Overhead & Profit ( 15% )		0,15	Rp. 945.370,00
Biaya perhari pengeboran			<b>Rp. 7.247.838,00</b>

**Tabel 4.3** Biaya Pengeboran Bore Pile (hasil analisa)

Kapasitas = 20 m/hari

Biaya mengebor per meter =  $\frac{Rp\ 7.247.838,00}{20}$

= Rp. 362.392 /m<sup>1</sup>

Biaya Bahan untuk 1m<sup>1</sup>

Besi = 66,36 kg/m<sup>1</sup> = Rp. 208.001,44 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Beton} &= 0,5024 \text{ m}^3/\text{m}^1 = \text{Rp. } 906.134,88 \text{ m}^3/\text{m}^1 \\ \text{Pengeboran} &= 1\text{m}^1 = \text{Rp. } 362.392,91 /\text{m}^1 \quad + \end{aligned}$$

---


$$\text{Rp. } 1.476.528,22 /\text{m}^1$$

$$\text{RAB} = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

$$\text{RAB} = 960 \text{ m} \times \text{Rp. } 1.476.528,22 /\text{m}^1$$

$$= \text{Rp. } 1.417.467.095,68$$

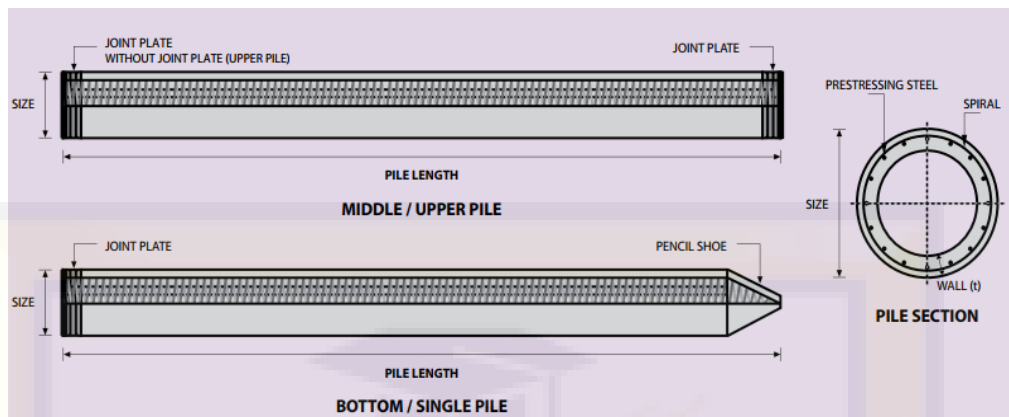
### REKAPITULASI ANGGARAN BIAYA

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA
A.	Pekerjaan Bore Pile dia. 0,8 m	1.417.467.095,68
a.	JUMLAH	1.417.467.095,68
b.	PPN 10%	141.746.709,57
c.	TOTAL	1.559.213.805,25
d.	PEMBULATAN	1.559.213.800,00
<b>TERBILANG :</b>		
<b>Satu milyar lima ratus lima puluh sembilan juta dua ratus tiga belas ribu delapan ratus rupiah</b>		

**Tabel 4.4** Rekapitulasi Anggaran Biaya Bore Pile (hasil analisa)

#### 4.1.2 Pekerjaan Tiang pancang

Analisa perhitungan pekerjaan Tiang Pancang dapat dilihat pada data gambar berikut.



**Gambar 4.3** Dimensi dan Detail Penulangan Tiang pancang (Sumber : PT.WIKA BETON)

Penulis menggunakan konversi dari diameter bore pile 80 cm ke diameter tiang pancang 50 cm dengan perhitungan dan data sebagai berikut;

Terdapat hasil Perhitungan daya dukung tiang tunggal bore pile pada pelaksanaan PDA Test di abutment 2 bore pile 8 sebesar 504 ton, maka setelah di bagi safety factor sebesar 2,5 daya dukung tiang tunggal bore pile menjadi 201,6 ton.

Untuk mendapatkan gaya di pondasi berupa group bore pile di hitung efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus *Converse-Labbare* sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \times \frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n}$$

Diketahui:

- D tiang bore pile : 0,8 m
- S tiang bore pile : 2,5 x D tiang : 2 m
- $\theta$  : arc tg (D/S) : 21,8°
- m : 4 (jumlah tiang dalam 1 kolom)
- n : 6 (jumlah tiang dalam 1 baris)

$$E_g = 1 - 21,8 \times \frac{(6-1) \times 4 + (4-1) \times 6}{90 \times 4 \times 6}$$

$$E_g = 0,616$$

Setelah mengetahui efisiensi kelompok tiang mencari gaya di pondasi bore pile dengan perhitungan sebagai berikut :

$$P_{total} = E_g \times n_p \times P_a$$

Diketahui:

$$E_g : 0,616$$

$$n_p : 24 \text{ (banyaknya tiang bore pile)}$$

$$P_a : 201,6 \text{ Ton (daya dukung tiang tunggal bore pile)}$$

$$\begin{aligned} P_{total} &= 0,616 \times 24 \times 201,6 \\ &= 2.980,45 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Perhitungan daya dukung tiang pancang diameter 50 cm dengan kedalaman 20 m berdasarkan data N-Spt dengan menggunakan metode *Mayerhoff* sebagai berikut:

$$P_n = 40 \times N_b \times A_b + \tilde{N} \times A_s \text{ dan harus } \leq P_n = 380 \times \tilde{N} \times A_b$$

Diketahui:

$$N_b : \text{nilai SPT di sekitar dasar tiang, dihitung dari } 8.D \text{ diatas tiang s.d } 4.D \text{ di bawah dasar tiang}$$

$$\tilde{N} : \text{nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang,}$$

$$A_b : \text{luas dasar tiang (m}^2\text{)}$$

$$A_s : \text{luas selimut tiang (m}^2\text{)}$$

$$\phi : 0,60$$

Berdasarkan hasil pengujian SPT diperoleh data sebagai berikut

NO	Kedalaman	Nilai SPT (N)	L <sub>1</sub> (m)	L <sub>1</sub> x N
1	2	10	2	20
2	4	38	2	76
3	6	43	2	86
4	8	60	2	120
5	10	60	2	120
6	12	60	2	120
7	14	60	2	120
8	16	60	2	120
9	18	60	2	120
10	20	60	2	120
			<b>20</b>	<b>1022</b>

Tabel 4.5 Data hasil Bor Log (hasil analisis)

$$\tilde{N} = \sum L_1 \times N / \sum L_1$$

$$= 51,1$$

$$N_b = 60$$

$$D = 0,5 \text{ m (diameter tiang pancang)}$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$A_b = \pi / 4 \times D^2 : 0,196 \text{ m}^2$$

$$A_s = \pi \times D \times L : 31,4 \text{ m}^2$$

$$P_n = 40 \times N_b \times A_b + \tilde{N} \times A_s \text{ dan harus } \leq P_n = 380 \times \tilde{N} \times A_b$$

$$= 40 \times 60 \times 0,196 + 60 \times 31,4 \leq 380 \times 60 \times 0,196$$

$$= 2075,54 \text{ kN} \leq 3810,78 \text{ kN}$$

Tahanan aksial tiang pancang :

$$\phi \times P_n = 0,6 \times 2075,54 \text{ kN}$$

$$= 1245,32 \text{ kN} \approx 127 \text{ Ton}$$

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION										
Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube $600 \text{ kg/cm}^2$ )										
Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section ( $\text{cm}^2$ )	Section Inertia ( $\text{cm}^4$ )	Unit Weight ( $\text{kg/m}$ )	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24

Gambar 4.4 kekuatan tiang pancang beton (sumber PT. WIKA BETON)

Dari gambar diatas diameter tiang pancang sebesar 50 cm dengan *Allowable compression (ton)* atau batas kekuatan maksimal tiang pancang beton sebesar 185,3 ton lebih besar dari daya dukung tiang pancang yang telah dihitung yaitu sebesar 127 ton (**aman**).

Menentukan jumlah tiang pancang

$$n = \frac{P_{total}}{P_{tiang}}$$

Dimana :

n : jumlah tiang pancang yang dibutuhkan dalam 1 abutment

$P_{total}$  : daya dukung bore pile

$P_{tiang}$  : daya dukung tiang pancang

$$n = \frac{2.980,45 \text{ ton}}{127 \text{ ton}}$$

$n = 23,5$  ► 23 titik tiang pancang 1 abutment

Untuk mendapatkan gaya di pondasi berupa group tiang pancang di hitung efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus *Converse-Labbare* sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta x \frac{(n-1) x m + (m-1) x n}{90 x m x n}$$

Diketahui:

D tiang pancang : 0,5 m

S tiang pancang : 2,5 x D tiang : 1,25 m

$\Theta$  : arc tg (D/S) : 21,8°

m : 4 (jumlah tiang dalam 1 kolom)

n : 11 (jumlah tiang dalam 1 baris)

$$E_g = 1 - 21,8 x \frac{(6-1) x 4 + (4-1) x 6}{90 x 4 x 6}$$

$$E_g = 0,598$$

Setelah mengetahui efisiensi kelompok tiang mencari gaya dipondasi tiang pancang dengan perhitungan sebagai berikut :

$$P_{total} = E_g x n_p x P_a$$

Diketahui:

$E_g$  : 0,598

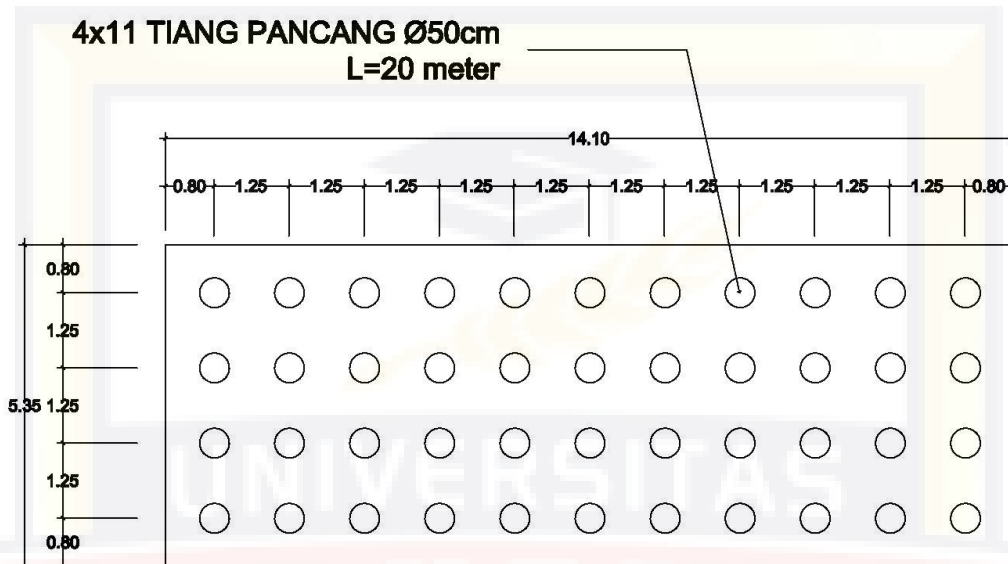
$n_p$  : 44 (banyaknya tiang pancang)

$P_a$  : 127 Ton (daya dukung tiang tunggal tiang pancang)

$$P_{total} = 0,598 x 44 x 127$$

= 3.342,2 Ton

Gaya dipondasi tiang pancang 3.342,2 ton lebih besar dari gaya pondasi bore pile 2.980,45 ton (**Aman**).



 **DENAH TIANG PANCANG**  
SKALA 1 : 250

**Gambar 4.5** Denah Titik Tiang Pancang 1 abutmen (hasil analisis)

1. Pemancangan Tiang pancang Diameter 50 cm

Proses pemancangan menggunakan alat *Hidrolic Hammer* atau *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.

Durasi pemancangan

- a. Jumlah Titik = 88 titik
- b. Kedalaman = 20 meter
- c. Volume = Jumlah titik x Kedalaman  
= 88 titik x 20 meter  
= 1.760 meter



- Asumsi penulis waktu menggeser dan menyetel tiang 30 menit dan lama pemancangan sampai kalendering 50 menit

- Kapasitas produksi / jam  $Q' = \frac{V \times P \times Fa \times 60}{Ts}$

Dimana

V : kapasitas alat (1 titik)

P : panjang tiang pancang tertanam dalam satu titik (m)

Fa : factor efisiensi alat

Ts : waktu siklus pemancangan (menit)

- Kapasitas produksi / jam  $Q' = \frac{1 \times 20 \times 0,83 \times 60}{80}$

$$= 12,45 \text{ m/jam}$$

- Kapasitas produksi per hari = kapasitas produksi / jam  $Q' \times 7 \text{ jam}$

$$= 12,45 \text{ m/jam} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 87,15 \text{ m}$$

- Perhitungan alokasi waktu pekerjaan pemancangan tiang pancang

$$= \sum \text{volume} / \text{kapasitas produksi per hari}$$

$$= 1.760 \text{ m} / 87,15 \text{ m}$$

$$= 20,2 \text{ hari}$$

- Harga sewa alat perbulan

*Hidrolic Hammer* (HSPD) 320 Ton = Rp 100.800.000,00

Harga sewa perhari =  $\frac{\text{Rp } 100.800.000,00}{30}$

$$= \text{Rp. } 3.360.000,00$$

Crawler crane 20 Ton = Rp 81.900.000

Harga sewa perhari =  $\frac{\text{Rp } 81.900.000,00}{30}$

= Rp. 2.730.000,00

- Biaya Operasional Peralatan
- Biaya Bahan Bakar

Kebutuhan Bahan Bakar = FOM X FW X PK

Dimana :

FOM = Faktor Operasi Mesin = 0.8 (asumsi mesin bekerja optimal 80 %)

FW = Faktor Waktu = (dengan asumsi kerja 50 menit perjam)

PBB = Pemakaian bahan bakar untuk pemakaian solar = 0.2 liter/DK/jam

PK = Kekuatan Mesin = 90 kW

Maka kebutuhan bahan bakar per hari :

= 0.8 x 0.83 x 0.2 x 90

= 11,95 liter/jam

= 1 jam x 11,95 liter/jam

= 11,95 liter x Rp. 12.500

= Rp. 149.400,00 /jam x 7 jam

= Rp. 1.045.800 / hari

- Biaya Minyak Pelumas

Kebutuhan Minyak Pelumas

$$G = \frac{DK \times F}{195,5} + \frac{c}{t}$$

Dimana

G = banyaknya minyak pelumas yang digunakan

DK = kekuatan minyak = 90 kW

F = Faktor (0.8 x 0.83)

C = Isi dari carter mesin = 200 liter

T = Selang waktu pergantian = 42 jam

Maka kebutuhan minyak pelumas per hari :

$$G = \frac{90 \times 0,664}{195,5} + \frac{200}{42} = 5,07 \text{ liter/ jam}$$

$$= 1 \text{ jam} \times 5,07 \text{ liter/jam}$$

$$= 5,07 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 26.500,00$$

$$= \text{Rp. } 134.291,00/\text{jam} \times 7 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 940.037 \text{ /hari}$$

- Biaya minyak *Hydraulic*

$$Bmh = 1,2 \times \frac{c}{t} \times h$$

Dimana

C = Kapasitas isi minyak *hydraulic* = 200 liter

T = Selang waktu pergantian = 1000 jam

Bmh = Biaya minyak *Hydraulic*

h = Harga minyak *hydraulic* per liter (*Shell Tellus T 32* per liter)

Maka kebutuhan minyak *Hydraulic* per hari :

$$Bmh = 1,2 \times \frac{200}{1000} \times 60.000$$

$$= \text{Rp } 14.400 \text{ / hari}$$

- Biaya operator

Biaya operator per hari = Rp 125.000

1 hari = 7 jam kerja, maka biaya operator per hari

$$= \text{Rp } 125.000$$

Pemancangan Spun pile Diameter 50 cm per m'					
	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	Tiang pancang spun pile tipe A diameter 50 cm	m	1,05	1.140.000	1.197.000
	Bahan bakar solar (Industri)	ltr	11,95	12.500	149.375
	Minyak pelumas	ltr	0,58	26.500	15.370
	Minyak <i>hydraulic</i>	ltr	0,35	60.000	21.000
B	UPAH				
	Operator	OH	0,5	125.000	62.500
	Pembantu operator	OH	0,5	70.000	35.000
	Tukang pancang	OH	0,5	95.500	47.750
	Pekerja	OH	0,25	70.000	17.500
C	ALAT				
	<i>Hydraulic</i> hammer	Jam	0,085	480.000	40.800
	Crawler crane	Jam	0,085	390.000	33.150
D	Jumlah A+B+C				1.619.445
E	Overhead & Keuntungan 15 %		0,15	15% x D	242.916,75
	Biaya per meter (D+E)				<b>1.862.361,75</b>

**Tabel 4.5** Biaya Pemancangan Spun Pile Diameter 50 cm per m' (hasil analisa)

$$RAB = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

$$RAB = 1.760 \text{ m}' \times \text{Rp. } 1.862.361,75/\text{m}'$$

$$= \text{Rp. } 3.277.756.680,00$$

Penyambungan tiang pancang per buah					
	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	BAHAN				

Penyambungan tiang pancang per buah					
	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Kawat las	Kg	2,0	48.000	96.000
	Besi plat	Kg	10,0	18.000	180.000
B	UPAH				
	Tukang las	OH	0,5	70.000	35.000
	Pekerja	OH	0,5	70.000	35.000
C	ALAT				
	Mesin las	Jam	1,0	156.000	156.000
	Genset	Jam	1,0	150.000	150.000
D	Jumlah A+B+C				652.000
E	Overhead & Keuntungan 15 %		0,15	15% x D	97.800
	Biaya per buah (D+E)				<b>749.800</b>

**Tabel 4.6** Biaya Penyambungan Tiang Pancang per buah (hasil analisa)

$$\text{RAB} = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

$$\text{RAB} = 252 \text{ buah} \times \text{Rp. } 749.800,00/\text{buah}$$

$$= \text{Rp. } 188.949.600,00$$

Pemotongan tiang pancang per buah					
	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	Oksigen	Tbg	0,3	120.000	36.000
	LPG	Kg	2,0	17.500	35.000
B	UPAH				
	Tukang las	OH	0,5	70.000	35.000
	Pekerja	OH	0,5	70.000	35.000
	Tukang bobok beton	OH	0,5	85.000	42.500
C	ALAT				
	Blander potong	Jam	2,0	50.000	100.000
	Alat bantu	ls	1,0	10.000	10.000
D	Jumlah A+B+C				293.500

Pemotongan tiang pancang per buah					
	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
E	Overhead & Keuntungan 15 %		0,15	15% x D	44.025
Biaya per buah (D+E)					<b>337.525</b>

**Tabel 4.7** Biaya Pemotongan Tiang Pancang per Buah (hasil analisa)

$$\text{RAB} = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

$$\text{RAB} = 84 \text{ buah} \times \text{Rp. } 337.525,00/\text{buah}$$

$$= \text{Rp. } 28.352.100,00$$

### **REKAPITULASI ANGGARAN BIAYA**

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA
<b>A.</b>	<b>Pekerjaan Tiang Pancang dia. 0,5 m</b>	<b>3.496.408.480,00</b>
<b>a. JUMLAH</b>		<b>3.496.408.480,00</b>
<b>b. PPN 10%</b>		<b>349.640.848,00</b>
<b>c. TOTAL</b>		<b>3.846.049.328,00</b>
<b>d. PEMBULATAN</b>		<b>3.846.049.300,00</b>
<b>TERBILANG :</b>		
<b>Tiga milyar delapan ratus empat puluh enam juta empat puluh sembilan ribu tiga ratus rupiah</b>		

**Tabel 4.8** Rekapitulasi Anggaran Biaya Tiang Pancang (hasil analisa)

BORE PILE			TIANG PANCANG		
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah	No	Uraian Pekerjaan	Jumlah
A	Penulangan 10 kg	Rp 199.681.380,86	A	Pemancangan	Rp 3.277.756.680,00
B	Pengecoran	Rp 869.889.481,22	B	Penyambungan	Rp 188.949.600,00

C	Pengeboran	Rp 347.896.233,60	C	Pemotogan	Rp 29.702.200,00
	Jumlah	Rp 1.417.467.095,68		Jumlah	Rp 3.496.408.480,00
	PPN 10%	Rp 141.746.709,57		PPN 10%	Rp 349.640.848,00
<b>Jumlah Total</b>		<b>Rp 1.559.213.805,25</b>	<b>Jumlah Total</b>		<b>Rp 3.846.049.328,00</b>
		<b>Selisih</b>	<b>Rp 2.286.835.522,75</b>		

**Tabel 4.9** Rekapitulasi Anggaran Biaya Bore Pile dengan Tiang Pancang (hasil analisa)



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan perbandingan biaya bore pile dan tiang pancang sesuai peraturan menteri PUPR No 28/PRT/M/2016 pada pekerjaan pembangunan jalur kereta api Makassar-Parepare di CT.312 Km 1+725 didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapati kekuatan daya dukung pada bore pile untuk satu tiang dapat menahan beban sebesar 201,6 ton sedangkan pada tiang pancang untuk satu tiang pancang mampu menahan beban sebesar 127 ton, dengan selisih sebesar 74,6 ton.
2. Didapati biaya total pekerjaan bore pile sebesar Rp 1.559.213.805,25 sedangkan biaya total pekerjaan tiang pancang sebesar Rp 3.846.049.328,00, dengan selisih Rp 2.286.835.522,75, dengan waktu pekerjaan bore pile selama 48 hari sedangkan waktu pekerjaan tiang pancang selama 20 hari, dengan selisih waktu 28 hari.

#### 5.2 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pemilihan pekerjaan pondasi dalam dengan bore pile atau tiang pancang pada proyek dengan skala besar dan kompleks, serta penerapan metode lainnya yang dapat dilihat tingkat kemaksimalan yang diperoleh.
2. Memperhatikan standar keselamatan kerja karena masih terdapat pekerjaan di lapangan yang tidak memenuhi standar keselamatan kerja



agar tidak terjadi kesalahan yang dapat menimbulkan kecelakaan hal ini dapat merugikan baik dari segi waktu dan biaya pekerjaan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. (2015). Pedoman Pemilihan Alat Pemancang Tiang Fondasi Jembatan, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.31 Tahun 2015, Jakarta.
- Anonimus. (2016). Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.28 Tahun 2016, Jakarta.
- Brosur Piles Wika Beton Pile Shape & Specification Prestressed Concrete Spun.
- Ervianto, W.I. (2006). Teori dan Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi, Andi, Yogyakarta
- Saputro, M.David Eko. (2014). Tugas Akhir : Analisis Produktifitas Alat Bor Pada Proses Pengeboran Pondasi Bore Pile di Kota Surabaya. Surabaya :UNS
- Pratiwi, Monalisa Indrayadi. (2018). Tugas Akhir : Analisa Produktivitas Peralatan Konstruksi pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Universitas Tanjungpura. Pontianak : UTP
- Aben, Fransiskus., dkk. (2021). Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Pelaksanaan Beton Cast in Situ dengan Precast pada Pekerjaan Fondasi Tiang Pancang. Pontianak : UTP
- Pagehgi, Juniada. (2015). Tugas Akhir : Analisis Penggunaan Pondasi Mini Pile dan Pondasi Borepile Terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pembangunan Ruang Kelas SMPN 10 Denpasar. Surabaya : Untag