



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG
PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI
DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU
BATANG**

REXY CHALID AKBAR
NRP. 0311144000090

Dosen Pembimbing 1
Cahyono Bintang Nurcahyo S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2
Farida Rachmawati S.T., M.T

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG
PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI
DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU
BATANG**

REXY CHALID AKBAR
NRP. 0311144000090

Dosen Pembimbing 1
Cahyono Bintang Nurcahyo S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2
Farida Rachmawati S.T., M.T

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT (RC14-1501)

**COST AND TIME ANALYSIS OF HORIZONTAL
AND VERTICAL WELDING POSITION RELATED
WITH HYPERSTRAIGHT PREBORING METHOD
AT PLTU BATANG PROJECT**

REXY CHALID AKBAR
NRP. 0311144000090

Supervisor 1
Cahyono Bintang Nurcahyo S.T., M.T

Supervisor 2
Farida Rachmawati S.T., M.T

CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering, Environment, and Geo-
Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN
WAKTU PENYAMBUNGAN PENGELASAN
TIANG PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI
BERDIRI DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU
BATANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Reguler Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

REXY CHALID AKBAR

Nrp. 0311144000090

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Cahyono Bintang Nurcahyo S.T., M.T.

2. Farida Rachmawati S.T., M.T.



SURABAYA, JULI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG
PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI
DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU
BATANG**

Nama : Rexy Chalid Akbar
Nrp : 0311144000090
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen Konsultasi 1 : Cahyono Bintang Nurcahyo S.T.,
M.T
Dosen Konsultasi 2 : Farida Rachmawati S.T., M.T

Abstrak

Metode konstruksi untuk pekerjaan sipil pada suatu proyek sangat menentukan waktu dan biaya proyek tersebut. Pekerjaan tanah pada PLTU Batang menggunakan metode preboring hyperstraight. Pada metode preboring hyperstraight, pengeboran titik dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan kedalaman tanah keras. Ketika titik tersebut sudah mendapatkan kedalaman yang sesuai, tiang pancang dimasukkan menggunakan pile driver. Di PLTU Batang, pengelasan tiang pancang dilakukan dengan posisi berdiri di titik yang sebelumnya sudah dibor menggunakan Pile Driver. Setelah selesai dilakukan pengelasan, tiang pancang tersebut diangkat oleh Crawler Crane lalu dipindahkan ke Pile Driver. Pada penelitian ini, metode konstruksi dimodifikasi pada pekerjaan pengelasan dengan cara posisi tidur. Pengelasan dengan posisi tidur membutuhkan platform berupa meja las yang didesain secara khusus agar mampu menahan berat dan posisi tiang pancang horizontal dalam proses pengelasan.

Penelitian ini menggunakan 2 meja las yang digunakan sesuai dengan pembagian zona kerja di lapangan. Selanjutnya perbandingan dilakukan pada dua metode pengelasan dengan berdiri dan posisi tidur.

Perbandingan dari kedua metode pengelesan ditinjau dari waktu dan biaya pada proses pengerjaannya. Perbandingan biaya ditinjau dari Rancangan Anggaran Biaya (RAB) yang meliputi bahan, alat berat, material, dan tenaga kerja, sedangkan perbandingan waktu dilakukan dengan melihat penjadwalan kegiatan pengelasan tiang pancang. Data didapatkan dari data sekunder dan hasil observasi di lapangan. Setelah dilakukan perbandingan didapatkan bahwa durasi pengerjaan dari kedua metode adalah sama yaitu 165 hari. Biaya yang diperlukan untuk pengelasan posisi berdiri adalah Rp 2.390.852.186 dan biaya yang diperlukan untuk pengelasan posisi tidur adalah Rp 2.481.828.480. Pengelasan posisi tidur menghasilkan peningkatan biaya sebesar 3%.

Kata Kunci: Pengelasan, Tiang Pancang, Biaya, Waktu, Preboring Hyperstraight

COST AND TIME ANALYSIS OF HORIZONTAL AND VERTIVAL WELDING POSITION RELATED WITH HYPERSTRAIGHT PREBORING METHOD AT PLTU BATANG PROJECT

Name : Rexy Chalid Akbar
Nrp : 0311144000090
Departement : Civil Engineering
Supervisor 1 : Cahyono Bintang Nurcahyo S.T., M.T
Supervisor 2 : Farida Rachmawati S.T., M.T

Abstract

The construction method for civil works on a project significantly determines the time and cost of the project. Soil work on PLTU Batang using preboring hyperstraight method. In the hyperstraight preboring method, drilling point is drilled first to determine the depth of hard soil. Then the pile is entered using the pile driver. In PLTU Batang, piles are welded in vertical position at a welding point that had previously been drilled using Pile Driver. After completion of welding process, the pile will be lifted by Crane then transferred to Pile Driver. In this study, the construction method is modified on the welding process by way of horizontal position. Welding process at horizontal position requires a platform of welded table designed specifically to be able to withstand the weight and position of the horizontal piles in the welding process. This study utilizes 2 welding tables that are used in accordance with the spesific working zones. Further comparison is done on two methods of welding with vertical and horizontal position. The comparison of the two methods is evaluated from project time and cost in the process. Cost comparasion is reviewed from the

Budget Plan covering materials, heavy equipments, materials, and labor. Time comparison is performed by pile welding schedule develop. The data is obtained from secondary data and field observation. The conclusion of this study is the duration of both methods require 165 days. The cost required for vertical welding position is Rp 2,390,852,186 and the cost required for the horizontal position is Rp 2,481,828,480. Horizontal welding position results cost increase by 3%.

Keywords: Welding, Pile, Cost, Time, Preboring Hyperstraight

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur dan Posisi Berdiri dengan Metode Preboring Hyperstraight pada Proyek PLTU Batang”. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis Bahrullah dan Eka Prasasti Saragih, saudara penulis Aysha Rasheeda dan Aleesha Zalica yang selalu mendukung, memberikan motivasi, dan mendoakan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
2. Teman hidup penulis, Sella Sopiana yang selalu mendukung, menemani dan mendoakan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Cahyono Bintang Nurcahyo S.T., M.T dan Farida Rachmawati S.T., M.T sebagai Dosen Konsultasi yang telah memberikan arahan, dan ilmunya dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman Oposusu, Adrian Caesar, Alfathan Bisma, Dinar Pratama, Kevin Andrea, M Yuanto Permana, dan Stefanus yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman S57 yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Civitas Akademika di Departemen Teknik Sipil ITS yang memberikan bantuan selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis berusaha untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya dan menyadari bahwa. Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, segala bentuk koreksi, saran, maupun kritik dari pembaca sangat penulis harapkan

DAFTAR ISI

<i>Abstrak</i>	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pondasi Tiang Pancang	5
2.2. Jenis-jenis Pemancangan	7
2.3. Analisa Biaya	14
2.3.1 Volume Pekerjaan	15
2.3.2 Harga Satuan Pekerjaan	15
2.3.3 Biaya Langsung	15
2.3.4 Biaya Tidak Langsung	17
2.4. Analisa Waktu	18
2.4.1 Produktivitas dan Durasi Kerja	19
2.5. Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri dan Posisi Tidur	19
BAB III METODOLOGI	21
3.1. Tahapan Penelitian	21

3.2.	Latar Belakang.....	22
3.3.	Studi Literatur	22
3.4.	Pengumpulan Data untuk Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri.....	22
3.5.	Pengumpulan Data untuk Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur	23
3.6.	Perhitungan Biaya dan Waktu Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur	24
3.7.	Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu	24
3.8.	Kesimpulan dan Saran	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Pengumpulan Data.....	25
4.2	Analisa Perbandingan Metode Pelaksanaan	25
4.2.1	Metode Pelaksanaan Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	25
4.2.2	Metode Pelaksanaan Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur.....	26
4.3	Analisa Waktu.....	27
4.3.1	Perhitungan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	27
4.3.2	Perhitungan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur.....	30
4.4	Analisa Biaya.....	32
4.4.1	Perhitungan Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	32
4.4.2	Perhitungan Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur.....	43
4.5	Pembahasan Perbedaan Metode Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri dan Posisi Tidur.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tiang Pancang	4
Gambar 2.2 Pile Driver	4
Gambar 2.3 Proses Preboring Hyperstraight.....	5
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	8

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Metode Pengelasan Tiang Pancang	20
Tabel 4.2 Rincian Durasi Handling Posisi Berdiri	29
Tabel 4. 3 Rincian Durasi Handling Posisi Tidur	31
Tabel 4. 4 Total Biaya Pengeboran Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	35
Tabel 4. 5 Total Biaya Pengeboran Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	37
Tabel 4. 6 Total Biaya Pengeboran Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	40
Tabel 4. 7 Total Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri.....	42
Tabel 4. 8 Total Biaya Handling Penyambungan Pengelasan Tiang pancang Posisi Tidur	44
Tabel 4.9 Biaya Pembuatan Meja Penyambungan.....	46
Tabel 4. 10 Total Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Poosisi Tidur	48
Tabel 4. 11 Perbandingan Metode Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri dan Tidur.....	50

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu sumber daya yang sangat dibutuhkan di masa ini. Listrik berguna untuk menyalakan lampu yang dapat menerangi rumah-rumah dan jalan. Listrik juga dapat memberikan tenaga pada alat-alat yang dapat mempermudah segala pekerjaan manusia, mulai dari alat komunikasi, alat memasak, hingga alat berat yang digunakan di proyek. Maka kehidupan kita saat ini tidak jauh dari listrik. Untuk mensuplai listrik di setiap kota, dibangunlah pembangkit listrik yang menghasilkan listrik dan cukup untuk menyuplai listrik di setiap pelosok daerah. Ada berbagai macam pembangkit listrik, pembangkit listrik dibagi berdasarkan sumber tenaganya, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Gas (PLTGU).

Untuk pembangunan PLT, banyak aspek yang ditinjau seperti Aspek Arsitektural dan Aspek Sipil. Untuk aspek sipil, ada berbagai macam pekerjaan, yaitu pekerjaan struktur, pekerjaan air dan pekerjaan tanah. Pekerjaan struktur pada pembangunan PLT meliputi pekerjaan beton. Pekerjaan air pada pembangunan PLT meliputi pekerjaan pembangunan saluran drainase. Pekerjaan tanah pada pembangunan PLT adalah pembuatan pondasi. Untuk tugas akhir ini, pekerjaan yang ditinjau hanya pekerjaan tanah pada pembangunan PLTU Batang.

Pekerjaan tanah pada PLTU Batang menggunakan metode Preboring Hyperstraight. Pertama, pengeboran titik dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan kedalaman pada tanah keras. Ketika titik tersebut sudah dapat kedalaman yang

sesuai, tiang pancang dimasukan menggunakan pile driver. Dengan metode ini keretakan dapat dihindari karena tiang pancang tidak perlu ditekan, dan tidak perlu melakukan pemotongan tiang pancang yang diakibatkan oleh kedalaman yang sangat rendah.

Tiang pancang yang digunakan pada proyek ini, memiliki ukuran dari 6 m hingga 15 m. Pada kondisi titik yang memerlukan lebih dari 1 tiang pancang, penyambungan dilakukan dengan cara pengelasan. Pengelasan tiang pancang dilakukan pada posisi berdiri di titik yang akan di pancang, dimana 1 tiang pancang dimasukkan terlebih dahulu serendah mungkin sampai tiang pancang kedua dapat dilas di atasnya.

Pada proyek ini, pengelasan tiang pancang dengan posisi berdiri memiliki metode khusus. Pengelasan dilakukan di titik yang berbeda dengan titik pemancangan. Titik pengelasan dibuat menggunakan alat pile driver yang juga digunakan untuk pembuatan titik pemancangan dan pemasukan tiang pancang. Setelah selesai dilakukan pengelasan, titik pengelasan tersebut ditutup kembali. Hal ini menurut penulis tidak efisien terhadap waktu dan biaya. Diperlukan waktu tambahan bagi pile driver untuk membuat titik khusus pengelasan, dan tambahan waktu untuk mobilisasi pile driver dari titik pengelasan ke titik pemancangan. Selain itu, diperlukan juga tambahan biaya untuk pembuatan dan penutupan titik pengelasan.

Pada penelitian ini, metode konstruksi dimodifikasi pada pekerjaan pengelasan dengan cara posisi tidur. Pengelasan dengan posisi tidur membutuhkan platform berupa meja las yang didesain secara khusus agar mampu menahan berat dan posisi tiang pancang horizontal dalam proses pengelasan. Proyek ini menggunakan 2 meja las yang digunakan sesuai dengan pembagian zona kerja di lapangan. Selanjutnya perbandingan dilakukan pada dua metode pengelasan dengan berdiri dan posisi tidur.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan metode penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur dan posisi berdiri dari segi biaya dan waktu

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Membandingkan metode penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur dan posisi berdiri dari segi biaya dan waktu

1.4. Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, permasalahan dibatasi pada pokok pokok pembahasan sebagai berikut:

1. Pekerjaan yang ditinjau hanya pekerjaan tanah
2. Biaya yang ditinjau hanya biaya langsung
3. Metode pancang yang ditinjau hanya metode Pre-Boring Hyperstraight

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang didapatkan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Memberikan wawasan bagi pembaca serta sebagai salah satu alternatif referensi untuk metode pengelasan tiang pancang
2. Memberikan rekomendasi kepada kontraktor PLTU Batang untuk metode pengelasan tiang pancang yang paling efisien menurut biaya dan waktu

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah (Bowles, 1991).

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (bearing capacity) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya (Sardjono HS, 1988). Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman > 8 m (Bowles, 1991).

Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (steel), dan beton. Tiang pancang yang terbuat dari bahan ini adalah dipukul, dibor atau di dongkrak ke dalam tanah dan dihubungkan dengan pile cap (poer). Tergantung juga pada tipe tanah, material dan karakteristik penyebaran beban tiang pancang diklasifikasikan berbeda-beda.

Dalam pelaksanaan pemancangan pada umumnya dipancangan tegak lurus dalam tanah, tetapi ada juga dipancangan miring (battle pile) untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal yang bekerja. Sudut kemiringan yang dapat

dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya.

Tiang Pancang umumnya digunakan:

1. Untuk mengangkat beban-beban konstruksi diatas tanah kedalam atau melalui sebuah stratum/lapisan tanah. Didalam hal ini beban vertikal dan beban lateral boleh jadi terlibat.
2. Untuk menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah dibawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling.
3. Memampatkan endapan-endapan tak berkoheisi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
4. Mengontrol lendutan/penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
5. Membuat tanah dibawah pondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut.
6. Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan atau pir, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.
7. Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melauai air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagian dan yang terpengaruh oleh baik beban vertikal (dan tekuk) maupun beban lateral (Bowles, 1991).

Pondasi tiang pancang dibuat ditempat lain dan baru dipancang sesuai dengan umur beton setelah 28 hari. Karena tegangan tarik beton adalah kecil, sedangkan berat sendiri beton

adalah besar, maka tiang pancang beton ini haruslah diberi tulangan yang cukup kuat dan untuk menahan momen lentur yang akan timbul pada waktu pengangkatan dan pemancangan.



Gambar 2.1 Tiang Pancang
(Sumber: <http://bea-indonesia.org>)

2.2. Jenis-jenis Pemancangan

1. Preboring Hyperstraight

Pengeboran dilakukan untuk kedalaman yang ditentukan dengan menggunakan auger, dan ditarik untuk memasukan semen pelindung tiang pancang. Tiang pancang dimasukan ke dalam lubang yang telah dibuat dengan cara diputar mengikuti arah gravitasi. Metode ini juga dapat mengurangi resiko keretakan pada tiang pancang karena lubang pemancangan sudah dibuat terlebih dahulu, berbeda dengan metode lainnya yang membuat lubang dengan cara pemukulan tiang pancang di titik yang akan di pancang. Untuk diameter tiang pancang 300-1000 mm dan panjang maksimal tiang pancang adalah sekitar 110 kali diameter tiang pancang dan 80 m.

Kelebihan dari *preboring hyperstraight* adalah:

- 1). Mobilitas mudah

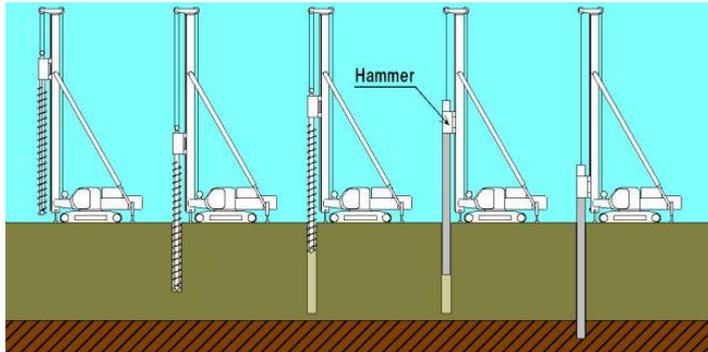
- 2). Tidak ada pemotongan tiang pancang akibat kedalaman tanah yang rendah
- 3). Tidak menimbulkan keretakan pada tiang pancang
- 4). Tidak menimbulkan kebisingan

Kelemahan dari *preboring hyperstraight* adalah:

- 1). Terbatas pada tanah yang keras
- 2). Pada tanah kohesif auger cenderung slip



Gambar 2.2. Pile Driver
(Sumber: Foto di PLTU Batang)



Gambar 2.3 Proses Preboring Hyperstraight

(Sumber:

http://www.sanwakizai.co.jp/method/auger/image/fig1_1-3.jpg)

2. Drop Hammer

Cara kerja *drop hammer* adalah penumbuk (*hammer*) ditarik ke atas dengan kabel dan kerekan sampai mencapai tinggi jatuh tertentu, kemudian penumbuk (*hammer*) tersebut jatuh bebas menimpa kepala tiang pancang. Untuk menghindari kerusakan pada tiang pancang maka pada kepala tiang dipasang topi/ *cap (shock absorber)*, cap ini biasanya terbuat dari kayu. Drop Hammer dibuat dalam standar ukuran yang bervariasi antara 500 lb – 3000 lb, dan tinggi jatuh yang digunakan antara 5 ft – 20 ft. Jika energi yang diperlukan besar, perlu hammer dengan berat yang lebih besar dan dengan tinggi jatuh yang besar pula.

Kelebihan dari *drop hammer* adalah:

- 1). Investasi rendah
- 2). Mudah dalam pengoperasiannya
- 3). Mudah dalam mengatur energi per blow dengan mengatur tinggi

Kelemahan dari *drop hammer* adalah:

- 1). Pekerjaan pemancangan berjalan lambat, sehingga alat ini hanya dipakai pada volume pekerjaan pemancangan yang kecil
- 2). Kemungkinan rusaknya tiang akibat tinggi jatuh yang besar
- 3). Menimbulkan suara bising saat pemancangan
- 4). Kemungkinan rusaknya bangunan disekitar lokasi akibat getaran pada permukaan tanah
- 5). Tidak dapat digunakan untuk pekerjaan di bawah air

3. Vibratory Pile Driver

Sistem kerjanya adalah mengandalkan getaran dari alat yang terus bergerak. Vibratory pile mempunyai batang horizontal yang jumlahnya ada beberapa dan beban eksentris. Jika ada dua batang horizontal yang berputar dan arahnya saling berlawanan maka berat yang dihasilkan oleh beban eksentris akan memunculkan gerakan atau getaran yang sangat tinggi pada alat. Getaran inilah yang bias membuat material atau komponen yang berada di sekitar tempat dan lokasi pemasangan pondasi jadi terikat dan sama-sama bergetar sehingga tiang pancang dapat dimasukan ke dalam tanah.

Kelebihan dari Vibratory

- 1). Cocok di tanah lembab

Kekurangan dari Vibratory

- 1). Tidak dapat digunakan di lokasi yang berpasir
- 2). Mengakibatkan getaran pada sekeliling

4. Hydraulic Hammer

Hydraulic hammer adalah suatu sistem pemancangan pondasi tiang yang pelaksanaannya ditekan masuk ke dalam tanah dengan menggunakan dongkrak hidraulis yang diberi

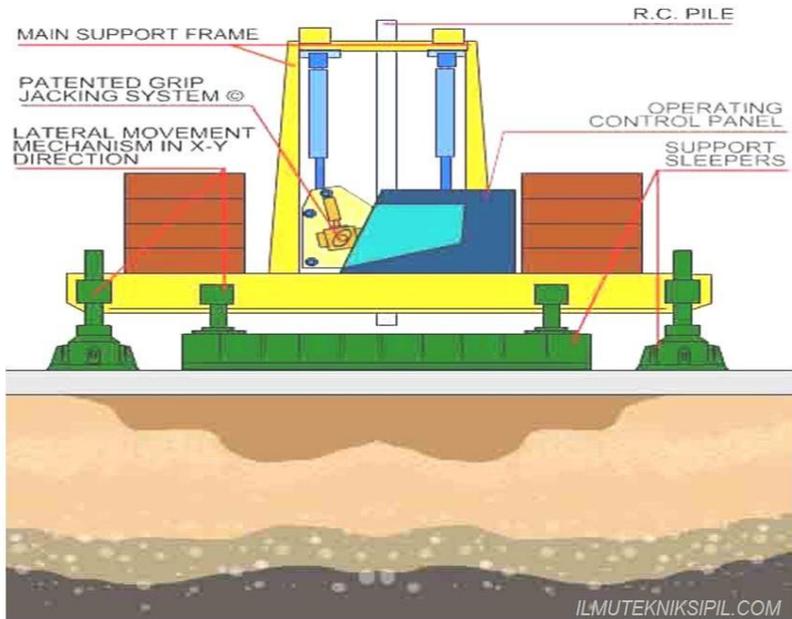
beban counterweight sehingga tidak menimbulkan getaran dan gaya tekan dongkrak langsung dapat dibaca melalui manometer sehingga gaya tekan tiang setiap mencapai kedalaman tertentu dapat diketahui. Sebelum melakukan Hydraulic Hammer, maka diadakan tes sondir dan boring. Dari hasil tes sondir tersebut, rata-rata kedalaman tanah kerasnya akan diketahui yang kemudian dibandingkan dengan perencanaan panjang dan kedalaman tiang.

Kelebihan dari *Hydraulic Hammer*

- 1). Bebas dari kebisingan/getaran dan polusi serta
- 2). Pondasi tipe ini cocok digunakan pada daerah perkotaan atau daerah padat penduduk.
- 3). Mampu memancang pondasi dengan berbagai ukuran mulai dari 200×200 mm sampai 500×500 mm atau juga dapat untuk spun pile dengan diameter 300 sampai dengan 600 mm.
- 4). Mobilisasi mudah.
- 5). Dengan sistem ini tiang akan tertekan secara kontiniu ke dalam tanah, tanpa suara, tanpa pukulan dan tanpa getaran.
- 6). Untuk mengetahui daya dukung aktual per tiang pada setiap pemancangan.
- 7). Dapat melakukan pemasangan tiang pancang pada kondisi lingkungan kerja yang terbatas

Kekurangan dari *Hydraulic Hammer*

- 1). Membutuhkan area yang luas untuk penempatan alat berat *Hydraulic Hammer*



Gambar 2.4

(Sumber <https://www.ilmutekniksipil.com/teknik-pondasi/hydraulic-hammer>)

5. Diesel Hammer

Diesel Hammer adalah sebuah alat yang digunakan untuk memancang/memukul tiang pancang ke dalam tanah yang digunakan untuk pondasi sebuah bangunan bertingkat, jembatan, dermaga, tower, dll.

Bagian-bagian penting alat pancang:

1. Pemukul (Hammer): Bagian ini biasanya terbuat dari baja masif/pejal yang berfungsi sebagai palu untuk pemukul tiang pancang agar masuk ke dalam tanah.
2. Leader: Bagian ini merupakan jalan (truck) untuk Bergeraknya pemukul (hammer) ke atas dan ke bawah.
Macam-macam Leader: - Fixed Leader (leader Tetap)-

Hanging Leader (Leader Gantung)- Swinging Leader (Leader yang dapat berputar dalam bidang vertikal).

3. Mesin uap untuk menggerakkan pemukul (hammer) pada single atau double acting steam hammer.

Kelebihan dari *Diesel Hammer*:

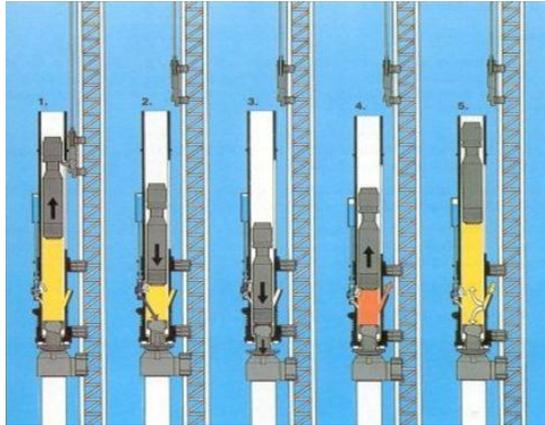
1. Ekonomis dalam pemakaian
2. Mudah dipakai di daerah terpencil
3. Berfungsi sangat baik di daerah dingin
4. Mudah perawatannya

Kekurangan dari *Diesel Hammer*:

1. Kesulitan dalam menentukan energi / blow
2. Sulit / Sukar dalam pengerjaan pada tanah lunak

Cara kerja:

1. Piston dengan bantuan dari crab dan pekerja ahli katrol mengemudi tumpukan khusus.
2. Piston dinaikkan ke posisi atas dengan crab dan dijatuhkan ke bawah.
3. Sebelum bawah Ram melewati exhaust port piston mendorong tuas pompa bahan bakar dan bahan bakar dari pompa dipasok ke landasan.
4. Setelah singkat waktu, campuran udara – bahan bakar dinyalakan dan tekanan dari gas buang memperluas piston dibangkitkan dan impuls mengemudi tambahan ditransmisikan ke tumpukan.



Gambar 2.5

(Sumber: <https://www.ilmutekniksipil.com/teknik-pondasi/diesel-hammer>)

2.3. Analisa Biaya

Sebelum suatu proyek konstruksi dimulai, terlebih dahulu diperkirakan secara cermat biaya yang akan dikeluarkan untuk pengerjaan proyek tersebut yang selanjutnya disebut Rencana Anggaran Biaya. Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut (Ibrahim, 2001).

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan tersebut, dan dihitung untuk seluruh jenis pekerjaan yang dikerjakan pada suatu proyek konstruksi, sehingga dapat diperoleh total dari rencana anggaran biaya keseluruhan. Harga satuan pekerjaan terdiri dari biaya material, biaya upah pekerja, dan biaya peralatan dimana biaya-biaya tersebut termasuk biaya langsung dalam suatu proyek.

2.3.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah perhitungan banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya) melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Perhitungan volume dalam pekerjaan konstruksi merupakan suatu proses pengukuran/perhitungan terhadap kuantitas item-item pekerjaan berdasarkan pada gambar pekerjaan di lapangan. Dengan mengetahui jumlah volume pekerjaan maka akan diketahui berapa banyak biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan konstruksi tersebut. (Ibrahim, 2001).

2.3.2 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga, bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapatkan di lokasi dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah. Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu proyek harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan di lokasi pekerjaan. Biasanya pelaksana atau kontraktor membuat harga satuan pekerjaan tersendiri yang disesuaikan dengan harga dipasaran dimana proyek tersebut dilaksanakan. (Ibrahim, 2001).

2.3.3 Biaya Langsung

Yang termasuk kategori biaya langsung adalah semua biaya yang berada dalam kendali subkontraktor. Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi dilapangan. (Sudarsana, 2008)

1. Biaya material adalah biaya bahan material yang digunakan untuk proses pelaksanaan konstruksi.

Untuk menghitung biaya material perlu diperhatikan:

- Bahan sisa atau bahan yang terbuang
 - Mencari harga terbaik yang masih memenuhi syarat
 - Cara pembayaran kepada penjual
2. Biaya pekerja adalah biaya yang dibayarkan kepada pekerja dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan konstruksi.

Untuk menghitung biaya pekerja perlu diperhatikan

- Pembayaran upah buruh harus dibedakan harian, upah borongan per-unit volume dan upah borongan keseluruhan untuk daerah tertentu
 - Faktor kemampuan dan kapasitas kerjanya
 - Ongkos transport, penginapan, gaji ekstra bagi buruh atau mandor yang didatangkan dari daerah lain
 - Undang-undang perburuhan yang berlaku
3. Biaya Peralatan adalah biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, dan biaya operasi dapat juga dimasukkan upah dari operator mesin.

Biaya Peralatan secara umum dihitung berdasarkan:

- Biaya Pemilikan adalah biaya yang diperlukan atau dikeluarkan untuk penguasaan atau pemilikan alat. Biaya pemilikan meliputi:
 - Biaya investasi, mencakup bunga uang yang diinvestasikan, semua jenis pajak yang dibebankan kepada peralatan, asuransi, dan biaya penyimpanan
 - Biaya Penyusutan, adalah penurunan nilai suatu peralatan dengan berjalannya waktu umumnya disebabkan oleh kerusakan akibat pemakaian, kemerosotan, keuangan, atau menurunnya kebutuhan

- Biaya Operasi adalah Biaya Operasi adalah biaya yang berkaitan dengan pengoperasian suatu peralatan. Biaya operasi biasanya hanya terjadi pada waktu peralatan tersebut dipergunakan saja. Biaya operasi meliputi biaya pemeliharaan dan perbaikan, biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya operator.
Ada beberapa faktor yang mempengaruhi biaya pemilikan dan biaya operasi, seperti:
 - Harga alat termasuk PPN, bea masuk, angkutan, dan administrasi
 - Kondisi medan kerja dan kondisi alat berat
 - Jumlah jam pemakaian
 - Harga local bahan bakar dan pelumas
 - Mobilisasi dan demobilisasi
 - Pemeliharaan dan perbaikan

2.3.4 Biaya Tidak Langsung

BPP Yang termasuk dalam kategori biaya tidak langsung antara lain adalah: biaya overhead, pajak (taxes), biaya umum (general conditions), dan biaya risiko. Biaya risiko adalah elemen biaya yang mengandung dan/atau dipengaruhi ketidakpastian yang cukup tinggi, seperti biaya tak terduga (contingencies) dan keuntungan (profit) (Lafiza, 2017). Biaya tidak langsung terdiri dari:

1. Biaya overhead umum adalah biaya sewa kantor, peralatan kantor, alat tulis, air, listrik dan lainnya.
2. Biaya overhead proyek adalah biaya seperti telepon yang dipasang di proyek, pengukuran (survey), surat-surat ijin dan lainnya. Jumlah overhead dapat berkisar 12%-30%.
3. Profit Keuntungan yang didapat oleh pelaksana proyek (kontraktor). Secara umum keuntungan yang di

oleh kontraktor berkisar 10%-12%, atau tergantung dari keinginan kontraktor.

4. Pajak Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh dan lainnya atas hasil operasi perusahaan.

2.4. Analisa Waktu

Penjadwalan dalam proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, yang mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya ekonomis (Irika & Lenggogeni, 2013). Dari penjadwalan kita akan mendapatkan gambaran lamanya pekerjaan yang dapat diselesaikan. Penjadwalan dilakukan dengan menentukan urutan-urutan dimana aktifitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan sehingga kebutuhan biaya dan pemakaian sumber daya disesuaikan menurut kebutuhan dan waktu pelaksanaannya.

Salah satu contoh metode penjadwalan adalah PDM. Menurut Soeharto (1999), PDM dikenal adanya konstrain. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Maka di sini terdapat empat macam konstrain yaitu:

1. Finish-to-start (FS); Suatu aktivitas tidak dapat dimulai selama aktivitas sebelumnya belum berakhir.
2. Start-to-start (SS); Suatu aktivitas tidak dapat dimulai selama aktivitas lain belum dimulai.
3. Finish-to-finish (FF); Suatu aktivitas tidak dapat diakhiri selama aktivitas lain berakhir.
4. Start-to-Finish (SF); Suatu aktivitas tidak dapat diakhiri selama aktivitas A belum dimulai.

2.4.1 Produktivitas dan Durasi Kerja

Untuk menentukan durasi pekerjaan, hal-hal yang dibutuhkan adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas alat bergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat yang dilakukan dengan analisis waktu. Produktivitas pekerja biasanya didapat dengan cara membagi koefisien pekerja yang terdapat dalam analisa harga satuan dengan volume pekerjaan.

2.5. Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri dan Posisi Tidur

1. Tahapan Pemancangan Posisi Berdiri
 - 1). Titik pengelasan dibuat menggunakan pile driver
 - 2). Tiang pancang pertama diangkat menuju titik pengelasan menggunakan crane
 - 3). Tiang pancang kedua diangkat menuju titik pengelasan menggunakan crane
 - 4). Tiang pancang dilas dengan posisi berdiri
 - 5). Titik pemancangan dibor menggunakan pile driver
 - 6). Tiang pancang yang sudah tersambung diangkat dari titik pengelasan ke titik pemancangan menggunakan crane
 - 7). Titik pengelasan yang tidak terpakai akan ditimbun menggunakan Excavator
2. Tahapan Pemancangan Posisi Tidur
 - 1). Titik pengelasan ditentukan di area khusus pengelasan
 - 2). Tiang pancang pertama diangkat menuju area khusus pengelasan menggunakan crane
 - 3). Tiang pancang kedua diangkat menuju area khusus pengelasan menggunakan crane
 - 4). Tiang pancang dilas dengan posisi tidur

- 5). Titik pemancangan dibor menggunakan pile driver
- 6). Tiang pancang yang sudah tersambung diangkat dari area khusus pengelasan ke titik pemancangan menggunakan crane
- 7). Tidak ada pekerjaan untuk menutup area pengelasan

Tabel 2. 1 Perbedaan Metode Pengelasan Tiang Pancang

	Tahapan	Posisi Berdiri	Posisi Tidur
Alat Berat	1	Pile Driver	-
	2	1 Crane	1 Crane
	3	1 Crane	1 Crane
	4	-	-
	5	Pile Driver	Pile Driver
	6	1 Crane	2 Crane
	7	Excavator	-
Waktu	1	Pembuatan titik pengelasan	Penentuan area khusus pengelasan
	2	Pengangkatan Tiang Pancang pertama ke titik pengelasan	Pengangkatan Tiang Pancang pertama ke area khusus pengelasan
	3	Pengangkatan Tiang Pancang kedua ke titik pengelasan	Pengangkatan Tiang Pancang kedua ke area khusus pengelasan
	4	Tiang pancang dilas dengan posisi berdiri	Tiang pancang dilas dengan posisi tidur
	5	Titik pemancangan dibor dengan menggunakan pile driver	Titik pemancangan dibor dengan menggunakan pile driver
	6	Pengangkatan tiang pancang dari titik pengelasan ke titik pemancangan	Pengangkatan tiang pancang dari area khusus pengelasan ke titik pemancangan
	7	Pentupuan titik pengelasan	-
Biaya	1	Biaya operasional pile driver	Biaya operasional pile driver
	2	Biaya operasional crane	Biaya operasional crane
	3		
	4	Biaya sewa ahli pengelasan	Biaya sewa ahli pengelasan
	5	Biaya operasional pile driver	Biaya operasional pile driver
	6	Biaya operasional crane	Biaya operasional 2 crane
	7	Biaya operasional excavator	-
Literatur		Observasi Lapangan	Observasi Lapangan

BAB III METODOLOGI

3.1. Tahapan Penelitian

Metodologi dalam penyusunan tugas akhir ini disajikan dengan bagan alir berikut:



Gambar 3.0.1 Diagram Alir

3.2. Latar Belakang

Berisi tentang permasalahan yang menjadi latar belakang penulis mengerjakan tugas akhir

3.3. Studi Literatur

Tujuan dari studi literatur dalam sebuah perencanaan adalah mengumpulkan referensi atau literature yang dibutuhkan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh tentang Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Pengelasan Tiang Pancang, yang nantinya akan dijadikan acuan dan mempermudah dalam pengerjaan tugas akhir. Berikut ini adalah referensi yang akan digunakan:

1. Teori Tiang Pancang
2. Teori Analisa Biaya dan Waktu
3. Teori Metode Kerja Preboring Hyperstraight

3.4. Pengumpulan Data untuk Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

Pengelasan Pile dilakukan di titik yang telah dibor terlebih dulu oleh *Pile Driver*. Pile pertama dimasukkan ke titik tersebut sampai kedalaman tertentu hingga tiang pancang kedua dapat dilas dengan mudah. Kemudian pile yang telah tersambung akan diangkat oleh *Crane* ke Pile Driver untuk dipancang.

1. Penjadwalan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri
Pengolahan data dilakukan dengan melihat jadwal pengelasan tiang pancang posisi berdiri pada proyek PLTU Batang.

Data-data yang dapat diolah seperti:

- Jadwal pengelasan tiang pancang
- Durasi pengelasan 2 tiang pancang
- Durasi pembuatan titik pengelasan tiang pancang posisi berdiri

- Durasi perpindahan pile driver dari titik pengelasan ke titik pemancangan
 - Durasi pemindahan tiang pancang dari lokasi pengelasan ke alat pancang
2. RAB Eksisting Pengelasan Pile
- Pengolahan data dilakukan dengan melihat Rancangan Anggaran Biaya pada proyek PLTU Batang
- Data-data yang dapat diolah seperti:
- Biaya sewa alat berat
 - Biaya operasi alat berat
 - Biaya sewa pekerja ahli pengelasan tiang pancang
 - Biaya penutupan titik pengelasan

3.5. Pengumpulan Data untuk Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur

Pengelasan tiang pancang dilakukan di area khusus yang telah ditentukan untuk pengelasan posisi tidur. Pile yang telah tersambung kemudian akan diangkat oleh *Crane* ke *Pile Driver*

1. HSPK Alat Berat

Pengumpulan data biaya dan harga sewa alat berat yang akan dibutuhkan untuk pengerjaan pengelasan tiang pancang posisi tidur

2. Observasi

Perencanaan dan pengamatan untuk penentuan area khusus pengelasan tiang pancang posisi tidur. Item-item yang akan diobservasi adalah sebagai berikut:

- Penentuan area khusus pengelasan tiang pancang posisi tidur.
- Penentuan alat berat tambahan untuk melakukan pengelasan tiang pancang posisi tidur

3.6. Perhitungan Biaya dan Waktu Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur

Setelah semua data yang diperlukan sudah terkumpul, akan dilakukan perhitungan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan tiang pancang posisi tidur.

1. Perhitungan Waktu
 - Durasi pemindahan tiang pancang dari area pengelasan ke titik pemancangan
 - Durasi pengelasan tiang pancang posisi tidur
2. Perhitungan Biaya
 - Biaya sewa alat berat tambahan yang diperlukan
 - Biaya operasi alat berat tambahan
 - Biaya sewa pekerja ahli pengelasan tiang pancang

3.7. Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu

Setelah mendapatkan biaya dan waktu/durasi dari masing-masing metode pengelasan tiang pancang, hasilnya akan dibandingkan dan akan didapatkan metode pengelasan mana yang paling cepat dan yang paling murah

3.8. Kesimpulan dan Saran

Hasil yang didapatkan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah metode pengelasan tiang pancang yang paling cepat dan murah

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

Jumlah Titik Pemancangan	: 660 titik
Panjang Tiang Pancang	: 11 m dan 12 m
Panjang Total Tiang Pancang	: 23 m
Diameter Tiang Pancang	: 60 cm
Diameter Lubang Pemancangan	: 75 cm

4.2 Analisa Perbandingan Metode Pelaksanaan

Pada metode pelaksanaan ini, terdapat langkah dan cara kerja dari tahapan-tahapan pekerjaan.

4.2.1 Metode Pelaksanaan Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

1. Pengeboran titik penyambungan

Titik penyambungan dibuat untuk melakukan pengelasan tiang pancang posisi berdiri. Titik penyambungan dibuat menggunakan Pile Driver. Kedalaman titik penyambungan dibor sedemikian rupa sehingga jika tiang pancang pertama dimasukkan ke titik penyambungan, akan menyisakan 1 m dari panjang tiang pancang pertama.

2. Pengangkatan tiang pancang 1 dari tumpukan ke titik penyambungan.

Tiang pancang 1 diangkat dari tumpukan tiang pancang ke titik penyambungan menggunakan Crawler Crane. Sebelum diangkat, sling angkat dipasang terlebih dahulu di tiang pancang. Sling angkat diletakkan sesuai dengan panjang tiang pancang. Untuk tugas akhir ini, tiang pancang pertama memiliki panjang 12 m, sehingga sling angkat yang dipasang berjarak 1 m dari ujung tiang pancang. Untuk penjelasan tentang jarak maksimal sling angkat, dapat dilihat di lampiran.

3. Pengangkatan tiang pancang 2 dari tumpukan ke titik penyambungan

Tiang pancang 1 diangkat dari tumpukan tiang pancang ke titik penyambungan menggunakan Crawler Crane. Tiang pancang kedua memiliki panjang 11 m, sehingga sling angkatnya berjarak 1 m dari ujung tiang pancang.

4. Pengelasan kedua tiang pancang di titik penyambungan

Kedua tiang pancang yang telah diletakkan di titik penyambungan akan disambungkan. Penyambungan tiang pancang dilakukan oleh 2 orang. Penyambungan tiang pancang memakan waktu rata-rata 45 menit sampai tiang pancang dapat diangkat.

5. Pengangkatan tiang pancang dari titik penyambungan ke titik pemancangan

Tiang pancang yang telah disambung, akan langsung diangkat menuju titik pemancangan menggunakan crawler crane, yang nantinya akan dimasukkan ke lubang pancang menggunakan pile driver.

4.2.2 Metode Pelaksanaan Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur

1. Pengangkatan tiang pancang 1 dari tumpukan ke meja penyambungan.

Tiang pancang 1 diangkat dari tumpukan tiang pancang ke meja penyambungan menggunakan Crawler Crane. Sebelum diangkat, sling angkat dipasang terlebih dahulu di tiang pancang. Sling angkat diletakkan sesuai dengan panjang tiang pancang. Untuk tugas akhir ini, tiang pancang pertama memiliki panjang 12 cm, sehingga sling angkat yang dipasang berjarak 1 m dari ujung tiang pancang. Untuk penjelasan tentang jarak maksimal sling angkat, dapat dilihat di lampiran.

2. Pengangkatan tiang pancang 2 dari tumpukan ke meja penyambungan

Tiang pancang 1 diangkat dari tumpukan tiang pancang ke meja penyambungan menggunakan Crawler Crane. Tiang pancang kedua memiliki panjang 11 m, sehingga sling angkatnya berjarak 1 m dari ujung tiang pancang.

3. Pengelasan kedua tiang pancang di titik penyambungan

Kedua tiang pancang yang telah diletakkan di atas meja penyambungan akan disambungkan. Penyambungan tiang pancang dilakukan oleh 2 orang dengan posisi horizontal. Penyambungan tiang pancang memakan waktu rata-rata 45 menit sampai tiang pancang dapat diangkat.

4. Pengangkatan tiang pancang dari meja penyambungan ke titik pemancangan

Tiang pancang yang telah disambung akan langsung diangkat menuju titik pemancangan menggunakan crawler crane. Untuk tiang pancang yang telah tersambung, sling angkat akan dipasang dengan jarak 4 m dari ujung tiang pancang, hal ini dikarenakan tiang pancang yang telah tersambung memiliki panjang 23 m.

4.3 Analisa Waktu

Untuk menghitung waktu pelaksanaan perlu diketahui produktivitas dari masing-masing alat berat yang digunakan dan kebutuhan pekerja.

4.3.1 Perhitungan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

Berikut adalah cara menghitung waktu penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri:

$$T_3 = T_1 + T_2$$

Dimana:

T_1 = Durasi Pengeboran Titik Penyambungan

T_2 = Durasi Handling

T_3 = Waktu penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri

Terdapat dua jenis pengeboran dalam proyek, yaitu pengeboran titik pancang dan pengeboran titik penyambungan. Namun hanya durasi pengeboran titik penyambungan yang dihitung. Durasi handling adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pengangkatan tiang pancang dari tumpukan tiang pancang ke titik penyambungan lalu ke titik pancang.

Durasi pengeboran titik penyambungan dapat digunakan menggunakan asumsi pengeboran titik pancang yaitu selama 8 menit untuk kedalaman 23 m. Kedalaman titik penyambungan adalah 11 m. Berikut adalah perhitungan durasi pengeboran titik penyambungan:

$$\text{Durasi pengeboran} = \frac{11m}{23m} \times 8 \text{ menit}$$

$$\text{Durasi pengeboran} = 3.82 \text{ menit} \approx 4 \text{ menit}$$

Durasi handling didapatkan dari hasil survey langsung di lapangan. Berikut adalah rincian untuk durasi handling:

produktivitas pekerjaan tiang pancang sebanyak 4 tiang pancang/hari.

Total titik pemancangan yang ditinjau adalah 660 titik, dengan 4 titik pemancangan dalam sehari maka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua titik adalah:

$$\text{Total Waktu Pemancangan} = \frac{660}{4} = 165 \text{ hari}$$

Untuk rincian penjadwalan dan pembagian waktu per tahapan pekerjaan dapat dilihat di lampiran 1.

4.3.2 Perhitungan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur

Berikut adalah cara menghitung waktu penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri:

$$\text{Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur} = T_2$$

Dimana:

T_2 = Durasi Handling

Dalam metode ini tidak diperlukan adanya titik penyambungan karena menggunakan meja penyambungan dalam pengerjaannya. Durasi handling adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pengangkatan tiang pancang dari tumpukan tiang pancang ke titik penyambungan lalu ke titik pancang.

Durasi handling didapatkan dari hasil survey langsung di lapangan. Berikut adalah rincian untuk durasi handling:

Tabel 4. 3 Rincian Durasi Handling Posisi Tidur

Waktu Siklus Crane		
Proses	Waktu	Satuan
Swing ke Tiang Pancang 1	30	detik
Pasang Sling Angkat	30	detik
Angkat Tiang Pancang 1	30	detik
Swing ke Meja Penyambungan	60	detik
Memposisikan Tiang Pancang 1 di Meja Penyambungan	60	detik
Swing ke Tiang Pancang 2	30	detik
Pasang Sling Angkat	30	detik
Angkat Tiang Pancang 2	30	detik
Swing ke Meja Penyambungan	60	detik
Memposisikan Tiang Pancang 2 di Meja Penyambungan	60	detik
Idle for Pile Welding	2700	detik
Pasang Sling Angkat	60	detik
Swing dari Meja Penyambungan ke Titik Pemancangan	90	detik
Waktu Total Kerja Crane	570	detik
	9.50	menit
Waktu Total Handling	3270	detik
	54.5	menit

Waktu penyambungan pengelasan tiang pancang adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang} = 54.5 \text{ menit}$$

Waktu di atas belum termasuk durasi pengeboran titik pancang dan durasi pemancangan. Jika ditotal dengan pengeboran titik pancang dan pemancangan, durasi pemancangan per titik adalah 2 jam. Berikut adalah rinciannya.

pengeboran per titik, biaya pengeboran per meter lari harus dicari. Pada umumnya, biaya alat berat dihitung per 8 jam kerja. Biaya pengeboran akan dibagi produktivitas pengeboran dalam sehari, pada zona yang penulis tinjau, kedalaman titik pemancangan adalah 23 m dan produktivitas per hari adalah 4 titik, perhitungannya sebagai berikut

$$\text{Biaya pengeboran per } m' = \frac{\text{Biaya pengeboran per hari}}{23 * 4}$$

$$\text{Biaya pengeboran per } m' = \frac{\text{Rp } 34.902.000}{92}$$

$$\text{Biaya pengeboran per } m' = \text{Rp } 379.370$$

Setelah pengeboran per meter lari diketahui, maka biaya pengeboran per titik penyambungan dapat dicari dengan cara biaya per meter lari dikalikan kedalaman titik penyambungan. Pada zona yang penulis tinjau, kedalaman titik penyambungan adalah 11 m, perhitungannya sebagai berikut

$$\text{Biaya pengeboran titik penyambungan} =$$

$$\text{Biaya pengeboran per } m' \times 11 \text{ m}$$

$$\text{Biaya pengeboran titik penyambungan} = \text{Rp } 379.370 \times 11$$

$$\text{Biaya pengeboran titik penyambungan} = \text{Rp } 4.173.065$$

Untuk mendapatkan biaya total pengeboran titik penyambungan, biaya pengeboran titik penyambungan dikalikan dengan jumlah titik penyambungan, jumlah titik penyambungan adalah 10 lubang, maka perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Biaya Total Pengeboran Titik Penyambungan}$$

$$= \text{Biaya pengeboran titik penyambungan} \times 10$$

$$\text{Biaya Pengeboran Titik Penyambungan} = \text{Rp } 4.173.065 \times 10$$

Biaya Pengeboran Titik Penyambungan = Rp 41.730.650

Untuk rincian biaya pengeboran titik penyambungan dapat dilihat di tabel 4.4

Tabel 4. 4 Total Biaya Pengeboran Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

Jenis Biaya	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Koef	Biaya per Hari
Biaya Pengeboran	Pile Driver	rp/alat/hari	Rp 9.909.000	1,00	Rp 9.909.000,00
	Genset 600 kV	rp/alat/hari	Rp 912.000	1,00	Rp 912.000,00
	Alat Tangki Air	rp/alat/hari	Rp 100.000	1,00	Rp 100.000,00
	Other Accessories Innerbor	rp/alat/hari	Rp 3.402.000	1,00	Rp 3.402.000,00
	Common Equipment for DHH	rp/alat/hari	Rp 6.982.000	1,00	Rp 6.982.000,00
	Down the Hole Hammer	rp/alat/hari	Rp 2.722.000	1,00	Rp 2.722.000,00
	Compressor DHH	rp/alat/hari	Rp 2.177.000	1,00	Rp 2.177.000,00
	Solar Industri Pile Driver	l/jam	Rp 8.950	35	Rp 2.506.000,00
	Solar Industri Genset 600 kV	l/jam	Rp 8.950	80	Rp 5.728.000,00
	Operator Pile Driver	orang	Rp 464.000	1	Rp 464.000,00
Biaya Sewa Alat					
Biaya Operasi					
Biaya Operator					
Biaya Total					Rp 34.902.000,00

Biaya handling adalah biaya yang diperlukan untuk memindahkan tiang pancang dari tumpukan material ke titik pemancangan, Biaya handling terdiri dari Biaya Sewa Alat, Biaya Operasi, dan Biaya Operator. Untuk menghitung biaya handling per titik, biaya per hari dibagi dengan produktivitas per hari, yaitu 4 titik. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Biaya Handling per Titik} = \frac{\text{Biaya handling per hari}}{\text{jumlah titik}}$$

$$\text{Biaya Handling per Titik} = \frac{\text{Rp } 14.126.492}{4}$$

$$\text{Biaya Handling per Titik} = 3.531.623$$

Setelah didapatkan biaya handling per titik, biaya handling keseluruhan dapat dicari dengan cara biaya handling per titik dikalikan dengan jumlah total titik pemancangan. Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Biaya Handling Keseluruhan} = \text{Biaya Handling per titik} \times 660$$

$$\text{Biaya Handling Keseluruhan} = \text{Rp } 3.531.623 \times 660$$

$$\text{Biaya Handling Keseluruhan} = \text{Rp } 2.330.871.100$$

Rincian biaya total handling yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Total Biaya Pengeboran Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

Jenis Biaya	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Koef	Biaya per Hari
Biaya Sewa Alat	Crawler Crane 50t	rp/alat/hari	Rp 11.072.000	1	Rp 11.072.000,00
	Genset 150 kv	rp/alat/hari	Rp 397.000	1	Rp 397.000,00
Biaya Operasi	Alat Welder	rp/alat/hari	Rp 340.242	1	Rp 340.241,51
	Solar Industri Crane Pancang 50t	l/jam	Rp 8.950	35	Rp 313.250,00
	Solar Industri Genset 150 kv	l/jam	Rp 8.950	80	Rp 716.000,00
Biaya Operator	Operator Crane	orang	Rp 464.000	1	Rp 464.000,00
	Welder	orang	Rp 412.000	2	Rp 824.000,00
Biaya Total					Rp 14.126.491,51

Biaya disposal adalah biaya yang diperlukan untuk pembuangan tanah sisa pengeboran. Biaya disposal terdiri dari Biaya Sewa Alat, Biaya Operasi, dan Biaya Operator. Untuk menghitung biaya pengeboran per titik, biaya disposal per meter lari harus dicari. Biaya disposal per hari akan dibagi produktivitas pengeboran dalam sehari, pada zona yang penulis tinjau, kedalaman titik pemancangan adalah 23 m dan produktivitas per hari adalah 4 titik, perhitungannya sebagai berikut

$$\text{Biaya disposal per } m' = \frac{\text{Biaya disposal per hari}}{23 * 4}$$

$$\text{Biaya disposal per } m' = \frac{\text{Rp } 15.264.000}{92}$$

$$\text{Biaya disposal per } m' = \text{Rp } 165.913$$

Setelah biaya disposal per meter lari diketahui, maka biaya disposal per titik penyambungan dapat dicari dengan cara biaya per meter lari dikalikan kedalaman titik penyambungan. Pada zona yang penulis tinjau, kedalaman titik penyambungan adalah 11 m, perhitungannya sebagai berikut

$$\text{Biaya disposal titik penyambungan} =$$

$$\text{Biaya disposal per } m' \times 11 \text{ m}$$

$$\text{Biaya disposal titik penyambungan} = \text{Rp } 165.913 \times 11$$

$$\text{Biaya disposal titik penyambungan} = \text{Rp } 1.825.043$$

Untuk mendapatkan biaya total disposal titik penyambungan, biaya disposal titik penyambungan dikalikan dengan jumlah titik penyambungan, jumlah titik penyambungan adalah 10 lubang, maka perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Biaya Total Disposal Titik Penyambungan}$$

= *Biaya Disposasi titik penyambungan* x 10

Biaya Disposasi Titik Penyambungan = Rp 1.825.043 x 10

Biaya Disposasi Titik Penyambungan = Rp 18.250.435

Rincian biaya total disposasi yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Total Biaya Pengeboran Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

Jenis Biaya	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Koef	Biaya per Hari
Biaya Sewa Alat	Excavator 0.7 m3	rp/abat/hari	Rp 1.979.000	1	Rp 1.979.000,00
	Dump truck	rp/abat/hari	Rp 4.639.000	1	Rp 4.639.000,00
Biaya Operasi	Solar Industri Excavator	lt/jam	8.950	35	Rp 2.506.000,00
	Solar Industri Dumptruck	lt/jam	8.950	80	Rp 5.728.000,00
Biaya Operator	Operator Excavator	orang	412.000	1	Rp 412.000,00
Biaya Total					Rp 15.264.000,00

Setelah semua biaya didapatkan, maka biaya total semua titik penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri dapat dihitung dengan menjumlahkan semua biaya handling, biaya pengeboran, dan biaya disposal. Biaya total penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri adalah Rp 2.390.852.186.82. Rincian total biaya penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri terdapat pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Total Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri

Jenis Biaya	Biaya Total Per Hari	Biaya per Meter'	Biaya Total Per Titik	Biaya Total Semua Titik
Biaya Handling	Rp 14.126.492	Rp 3.531.623	Rp 3.531.623	Rp 2.330.871.100
Biaya Pengeboran	Rp 34.902.000	Rp 379.370	Rp 4.173.065	Rp 41.730.652
Biaya Disposal	Rp 15.264.000	Rp 165.913	Rp 1.825.043	Rp 18.250.435
Biaya Total	Rp 49.028.492	Rp 4.076.905	Rp 7.704.688	Rp 2.390.852.186,82

4.4.2 Perhitungan Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur

Biaya penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur terdiri dari biaya handling dan biaya pembuatan meja penyambungan

Cara perhitungan biaya handling penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur sama dengan perhitungan biaya handling penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri. Biaya total handling yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Total Biaya Handling Penyambungan Pengelasan Tiang pancang Posisi Tidur

Jenis Biaya	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Koef	Biaya per Hari
Biaya Sewa Alat	Crawler Crane 50t	rp/alat/hari	Rp 11.072.000	1	Rp 11.072.000,00
	Genset 150 kV	rp/alat/hari	Rp 397.000	1	Rp 397.000,00
	Alat Welder	rp/alat/hari	Rp 340.242	1	Rp 340.241,51
Biaya Operasi	Solar Industri Crane Pancang 50t	l/jam	Rp 8.950	35	Rp 313.250,00
	Solar Industri Genset 150 kV	l/jam	Rp 8.950	80	Rp 716.000,00
Biaya Operator	Operator Crane	orang	Rp 464.000	1	Rp 464.000,00
	Welder	orang	Rp 412.000	2	Rp 824.000,00
Biaya Total					Rp 14.126.491,51

Untuk menghitung biaya pembuatan meja penyambungan, terlebih dahulu harus diketahui material-material yang diperlukan untuk membuat meja penyambungan. Material yang dibutuhkan untuk membuat meja penyambungan terdiri dari Baja WF, UNP, dan Plat Baja dengan rincian sebagai berikut

Uraian	Panjang Total (m)
WF 400 x 200 x 8 x 13	24
WF 300 x 150 x 6,5 x 9	14
UNP 200 x 90 X 8 X 13,5	3,2
Plat 12 mm (374x96)	0,57

Harga baja pada umumnya dihitung berdasarkan berat total baja, sesuai data di atas maka panjang total perlu dikonversikan ke berat total dengan cara panjang total masing2 tipe baja dikalikan dengan berat per meter, perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Berat total baja WF } 400 \times 200 \times 8 \times 13 = \text{Panjang} \times \text{Kg/m}$$

$$\text{Berat total baja WF } 400 \times 200 \times 8 \times 13 = 24 \times 66$$

$$\text{Berat total baja WF } 400 \times 200 \times 8 \times 13 = 1584 \text{ kg}$$

Setelah berat total baja diketahui, selanjutnya akan dilakukan biaya per kg, perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Biaya Total baja WF } 400 \times 200 \times 8 \times 13 = \text{Berat total} \times \text{Biaya per kg}$$

$$\text{Biaya Total baja WF } 400 \times 200 \times 8 \times 13 = 1584 \times \text{Rp } 33.637$$

$$\text{Biaya Total baja WF } 400 \times 200 \times 8 \times 13 = \text{Rp } 53.281.008$$

Biaya total pembuatan meja penyambungan dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Biaya Pembuatan Meja Penyambungan

Jenis Biaya	Uraian	Panjang Total (m)	Berat per Meter (kg/m)	Volume (kg)	Biaya per Kg	Biaya Total
Biaya Pembuatan Meja Penyambungan	WF 400 x 200 x 8 x 13	24	66	1584	Rp 33,637	Rp 53,281,008
	WF 300 x 150 x 6,5 x 9	14	36,37	509,18	Rp 33,637	Rp 17,127,288
	UNP 200 x 90 X 8 X 13,5	3,2	30,33	97,056	Rp 33,637	Rp 3,264,673
	Plat 12 mm (374x96)	0,57	94,18	53,6826	Rp 33,637	Rp 1,805,722
Total						Rp 75,478,690

Setelah semua biaya didapatkan, maka biaya total semua titik penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur dapat dihitung dengan menjumlahkan semua biaya handling, dan biaya pembuatan meja pengelasan. Biaya total penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur adalah Rp 2.481.828.480. Rincian total biaya penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri terdapat pada tabel 4.10

Tabel 4. 10 Total Biaya Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Poosisi Tidur

Jenis Biaya	Biaya Total Per Hari	Biaya Total Per Titik	Biaya Total Semua Titik
Biaya Handling	Rp 14.126.492	Rp 3.531.622,88	Rp 2.330.871.100
Biaya Pembuatan Meja	Rp 75.478.690	Rp 75.478.690	Rp 150.957.380
Biaya Total	Rp 89.605.181	Rp 79.010.312,83	Rp 2.481.828.480

4.5 Pembahasan Perbedaan Metode Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri dan Posisi Tidur

Pekerjaan tanah pada PLTU Batang menggunakan metode *Preboring Hyperstraight*. Sebelum menggunakan *Preboring Hyperstraight*, pada proyek PLTU Batang pekerjaan tanah dilakukan dengan metode Drop Hammer. Namun, banyaknya tiang pancang yang rusak akibat penggunaan Drop Hammer, maka digunakanlah metode *Preboring Hyperstraight*. Metode pemancangan ini berbeda dengan Drop Hammer, pengeboran titik dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan kedalaman rencana. Ketika titik tersebut sudah dapat kedalaman yang pas, barulah pancang dimasukkan menggunakan *Pile Driver*. Metode ini lebih aman untuk pemancangan ketika kondisi tanah adalah tanah keras karena tiang pancang tidak perlu ditekan untuk menentukan kedalaman yang pas sehingga dapat mengurangi resiko keretakan pada tiang pancang akibat ditekan, dan juga kedalaman titik dapat ditentukan sehingga tidak perlu melakukan pemotongan tiang pancang yang diakibatkan oleh kedalaman yang sangat rendah. Untuk titik yang kedalamannya memerlukan lebih dari 1 tiang pancang, diperlukan penyambungan tiang pancang.

Penyambungan pengelasan tiang pancang dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu posisi berdiri dan posisi tidur. Tahapan pekerjaan dari kedua metode hampir sama namun ada perbedaan di tempat untuk penyambungan tiang pancang. Penyambungan tiang pancang posisi berdiri dilakukan di titik penyambungan sedangkan penyambungan tiang pancang posisi tidur dilakukan di meja penyambungan yang terbuat dari baja. Kedua metode tersebut dibandingkan menurut biaya dan waktu. Rincian perbedaan kedua metode penyambungan pengelasan tiang pancang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 11 Perbandingan Metode Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri dan Tidur

Jenis	Detail	Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Berdiri	Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur
Biaya	Biaya Handling	Rp 2.330.871.100,00	Rp 2.330.871.100,00
	Biaya Pengeboran Titik Penyambungan	Rp 41.730.652,00	-
	Biaya Disposal	Rp 18.250.435,00	-
	Biaya Pembuatan Meja	-	Rp 150.957.380
Waktu	Durasi Pembuatan Titik Penyambungan	4 menit	-
	Durasi Handling	55 menit	54.5 menit
Alat Berat	Pile Driver	✓	-
	Crane 50 t	✓	✓
	Dump Truck	✓	-
	Excavator	✓	-
	Welder	✓	✓

Perhitungan waktu dari masing-masing metode dilakukan dengan melihat penjadwalan pekerjaan pemancangan. Perhitungan waktu dihitung berdasarkan durasi pengangkatan tiang pancang dari tumpukan tiang pancang menuju tempat penyambungan, durasi pengelasan, dan durasi pengangkatan tiang pancang yang telah tersambung menuju titik penyambungan. Dari hasil perhitungan waktu, didapatkan bahwa kedua metode tersebut menghabiskan waktu 165 hari untuk melakukan pekerjaan 660 titik pemancangan.

Perhitungan biaya dilakukan dengan menghitung semua biaya yang dibutuhkan. Biaya untuk penyambungan tiang pancang posisi berdiri terdiri dari biaya handling, biaya disposal dan biaya pengeboran titik penyambungan. Biaya untuk penyambungan tiang pancang posisi tidur terdiri dari biaya handling dan biaya pembuatan meja. Dari hasil perhitungan biaya didapatkan biaya untuk penyambungan tiang pancang posisi berdiri membutuhkan biaya sebesar Rp 2.390.852.186 dan biaya untuk untuk penyambungan tiang pancang posisi tidur membutuhkan biaya sebesar Rp 2.481.828.480.

Setelah semua perhitungan waktu dan biaya dari kedua metode dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada proyek

PLTU Batang kedua metode memiliki durasi pengerjaan yang sama namun penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri lebih murah dibandingkan posisi tidur. Hal ini dikarenakan jumlah titik penyambungan yang dibutuhkan tidak terlalu banyak dan biaya yang diperlukan untuk membuat semua titik penyambungan lebih kecil dibandingkan dengan biaya pembuatan 2 meja penyambungan. Penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur lebih cocok untuk kondisi lapangan yang memiliki keterbatasan lahan seperti di pesisir pantai ataupun di laut lepas karena dengan kondisi tersebut akan sangat sulit untuk membuat titik penyambungan tiang pancang dan memungkinkan adanya tambahan biaya lagi untuk melakukan metode penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perbandingan dari segi biaya dan waktu dari masing-masing metode, maka didapatkan hasil peendekatan biaya dan waktu seperti tertera di bawah ini

1. Dari analisa perhitungan biaya dan waktu penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri, didapatkan biaya sebesar Rp 2.390.852.186 dan dengan waktu 165 hari.
2. Dari analisa perhitungan biaya dan waktu penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur, didapatkan biaya sebesar Rp. 2.481.828.480 dan dengan waktu 165 hari.

Dari kesimpulan di atas, untuk pekerjaan penyambungan pengelasan tiang pancang posisi berdiri lebih murah dibandingkan dengan penyambungan tiang pancang posisi tidur, namun bila titik penyambungan dibuat jauh lebih banyak dari meja penyambungan, penyambungan pengelasan tiang pancang posisi tidur dapat lebih murah.

5.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya, diharapkan kedua metode penyambungan pengelasan berikutnya dapat dilakukan di metode pemancangan selain Preboring Hyperstraight.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Ervianto, I.W. (2006). *“Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi”*. Penerbit: Andi. Yogyakarta.

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek*. Penerbit: Erlangga. Jakarta

Sudarsana, Dewa Ketut. (2008). “Pengendalian Biaya dan Jadwal Terpadu Pada Proyek Konstruksi”: *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 12, No. 2:118

Widiasanti, Irika dan Lenggogeni. (2013). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga

Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Preboring and Enlarged Root With Cement Slurry
<URL:<http://www.sanwakizai.co.jp/method/auger/1-4preboring-cementslurry.html>>

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Rexy Chalid Akbar

Lahir di Palembang, pada tanggal 4 Juni 1996, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Bahrullah dan Eka Prasasti Saragih. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Nurul Fatimah, SMP Al-Azhar 9, SMAN 14 Jakarta. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sarjananya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui Program Sarjana dan terdaftar dengan NRP 03111440000090. Penulis adalah Mahasiswa Program Sarjana (S1) di

Teknik Sipil bidang Manajemen Konstruksi dengan judul Tugas Akhir **“Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur dan Posisi Berdiri dengan Metode Preboring Hyperstraight pada Proyek PLTU Batang”**

Narahubung

Email: r.rexy46@yahoo.com

LAMPIRAN



DOSEN PEMBIMBING

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.

Farida Rachmawati, S.T., M.T.

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI DENGAN METODE PREBORING HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU BATANG

NAMA MAHASISWA

REXY CHALID AKBAR

NRP

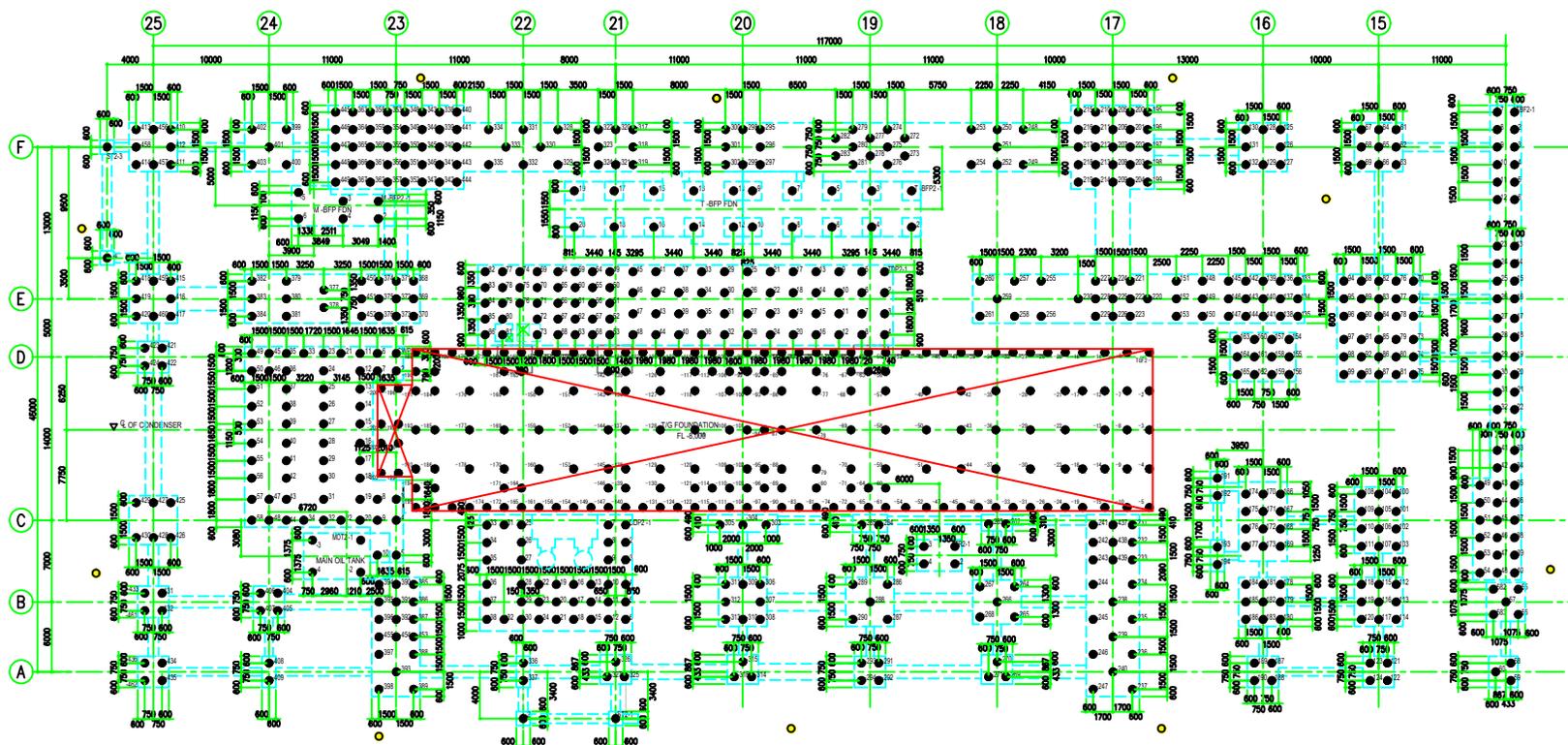
0311144000090

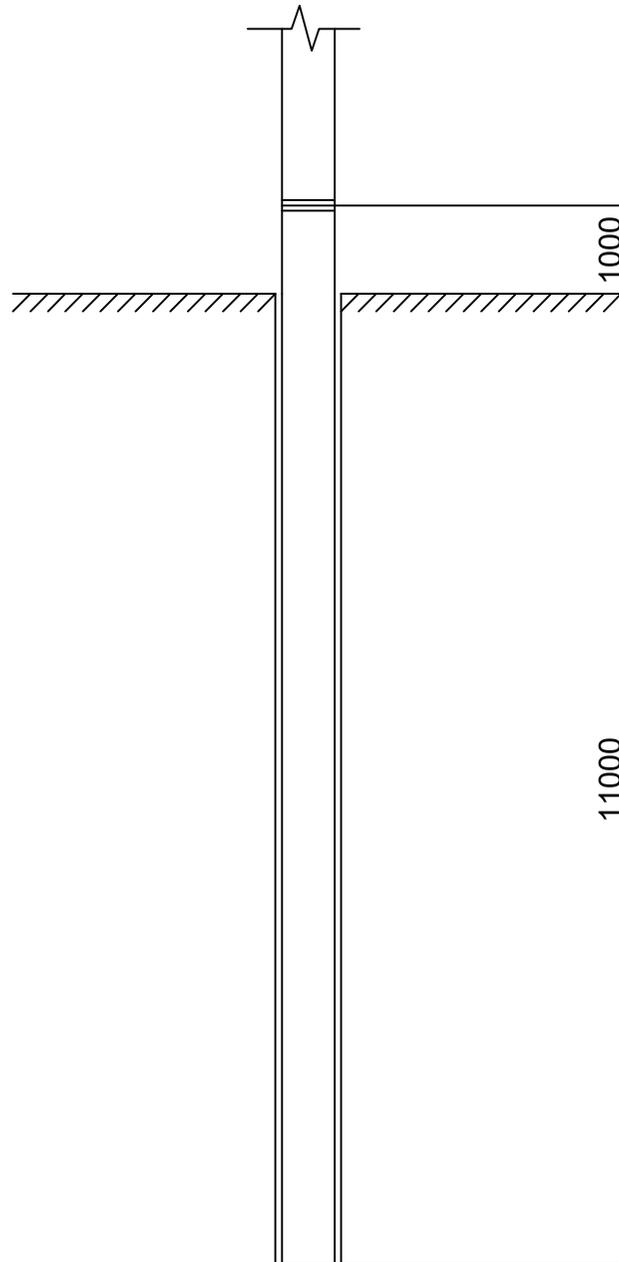
JUDUL GAMBAR

LAYOUT TITIK PENYAMBUNGAN

NO. GMB

SKALA





DOSEN PEMBIMBING

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.

Farida Rachmawati, S.T., M.T.

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA
DAN WAKTU PENYAMBUNGAN
PENGELASAN TIANG PANCANG
POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI
DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK
PLTU BATANG

NAMA MAHASISWA

REXY CHALID AKBAR

NRP

03111440000090

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
LUBANG PENYAMBUNGAN

NO. GMB

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.

Farida Rachmawati, S.T., M.T.

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI DENGAN METODE PREBORING HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU BATANG

NAMA MAHASISWA

REXY CHALID AKBAR

NRP

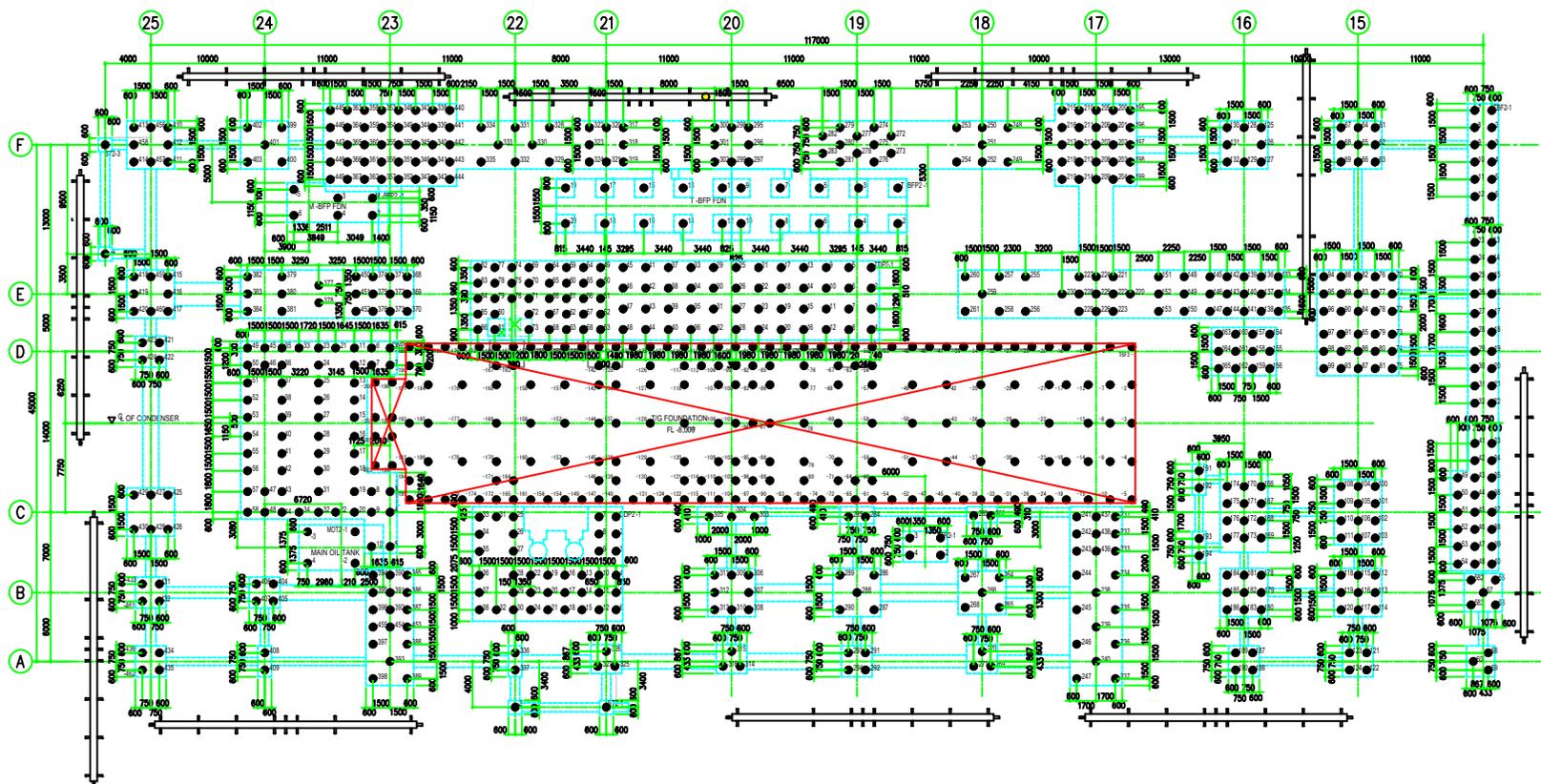
0311144000090

JUDUL GAMBAR

LAYOUT MEJA PENYAMBUNGAN

NO. GMB

SKALA





DOSEN PEMBIMBING

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.

Farida Rachmawati, S.T., M.T.

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG PANCANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI DENGAN METODE PREBORING HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU BATANG

NAMA MAHASISWA

REXY CHALID AKBAR

NRP

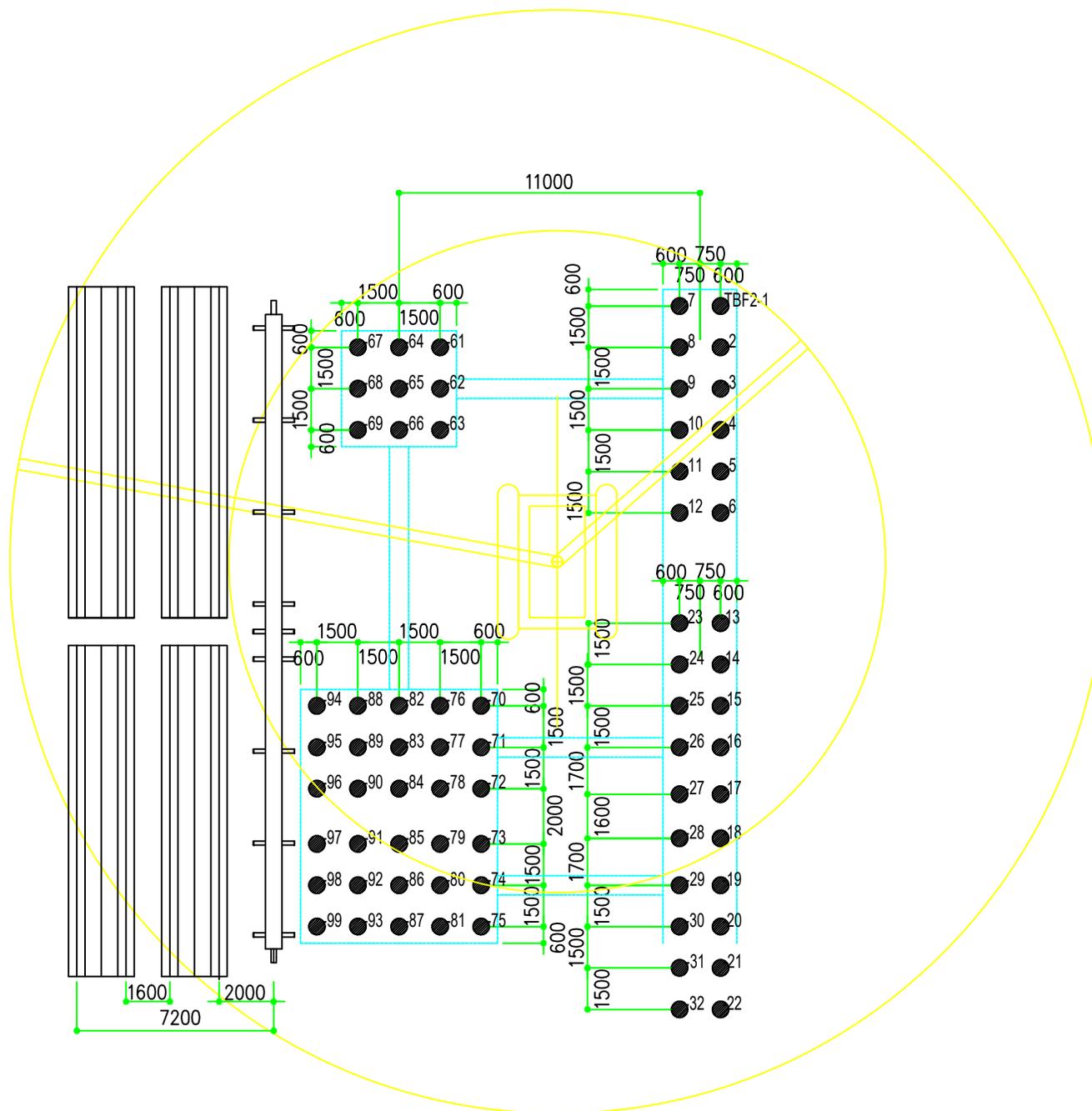
03111440000090

JUDUL GAMBAR

LAYOUT JANGKAUAN CRANE PENYAMBUNGAN PENGELASAN TIANG PANCANG POSISI TIDUR

NO. GMB

SKALA





DOSEN PEMBIMBING

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.

Farida Rachmawati, S.T., M.T.

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA
DAN WAKTU PENYAMBUNGAN
PENGELASAN TIANG PANCANG
POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI
DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK
PLTU BATANG

NAMA MAHASISWA

REXY CHALID AKBAR

NRP

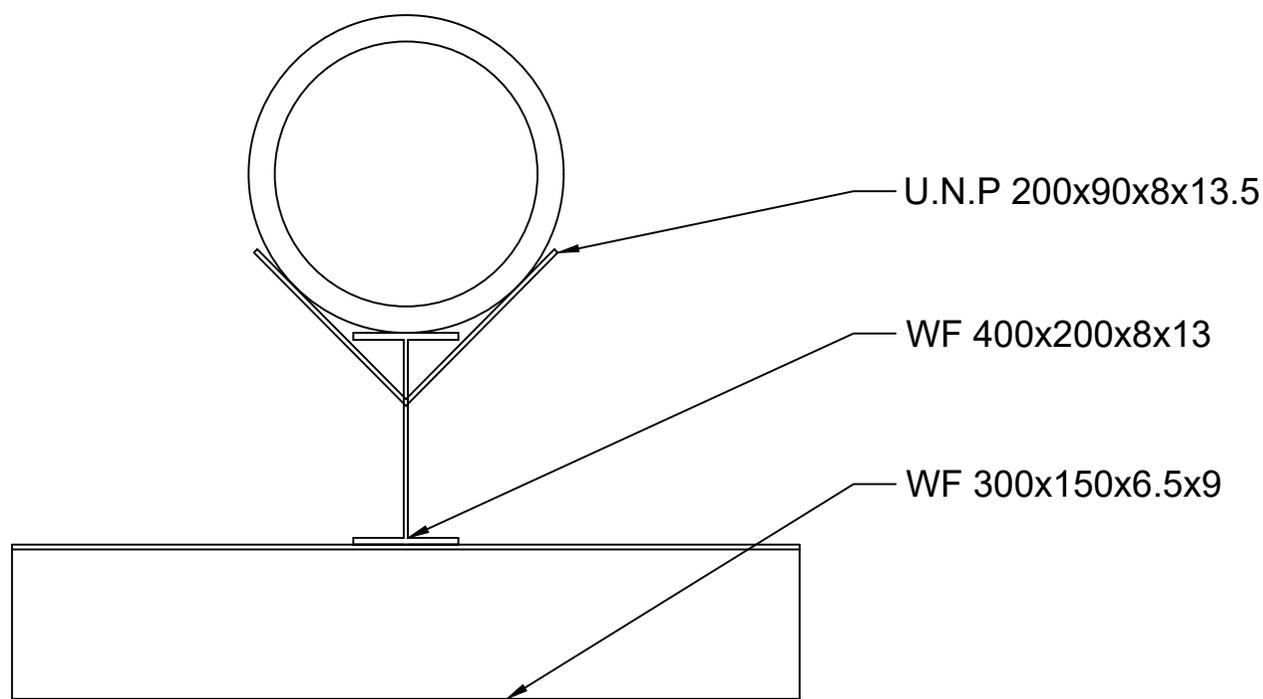
03111440000090

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
MEJA PENYAMBUNGAN

NO. GMB

SKALA





DOSEN PEMBIMBING

Cahyono Bintang Nurcahyo, S.T., M.T.

Farida Rachmawati, S.T., M.T.

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA
DAN WAKTU PENYAMBUNGAN
PENGELOMPOKAN TIANG PANCANG
POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI
DENGAN METODE PREBORING
HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK
PLTU BATANG

NAMA MAHASISWA

REXY CHALID AKBAR

NRP

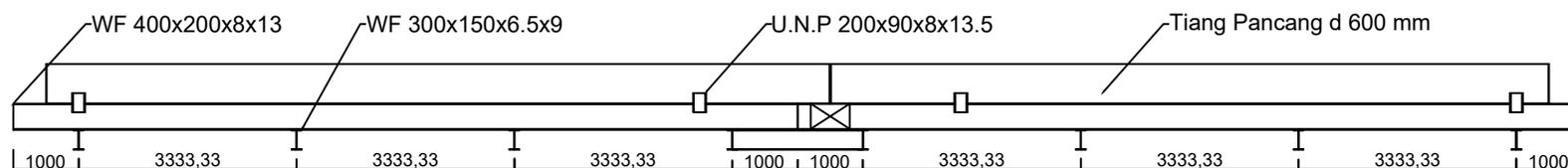
03111440000090

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG
MEJA PENYAMBUNGAN

NO. GMB

SKALA



SUMITOMO CRAWLER CRANE.

Type LS 118 RH5.

Serial number LS-118-0619.

Capacity 50 ton.

Boom 24.40 metre.

1 sheave hook block.

Third drum.

Engine Hino H-06 CT T.B 150 HP 2100 RPM.

Extended retracted tractor type undercarriage.

Full hydraulic drive.

Good working order new test certificate.







Upper Machinery

UPPER FRAME: All-welded, precision machined unit.

TURNTABLE BEARING WITH INTEGRAL RING GEAR:

Outer race is bolted to upper frame, inner race with internal ring gear is bolted to lower frame. Swing pinion meshes with internal, integral ring gear. A machined surface is provided for mounting turntable bearing.

CONTROL SYSTEM: Remote controlled hydraulic servo for main hoist, aux. hoist, boom hoist and travel. Mechanical linkage type for swing. Working speed can be precisely controlled by lever stroke.

PUMP CONTROL SYSTEM: System reducing pump displacement enables both minute operation and saving energy.

HYDRAULIC SYSTEM: System combining variable displacement axial pumps and fixed displacement gear pumps provides both independent and combined operations of all functions.

Main hoist/aux. hoist/boom hoist — Axial piston motor with counterbalance valve.

Swing motor — Axial piston motor.

Travel motor — Axial piston motors with brake valves. Spring-applied/hydraulic-released multiple disc brakes are fitted.

Hydraulic oil reservoir — 160 liter capacity.

LOAD HOIST ASSEMBLY: Front (main) and rear (aux.) operating drums. Each driven by the bi-directional, axial piston motor through reduction gear powering the rope drum in either direction for hoisting or lowering load. 3rd drum equipped as optional extra.

Clutches — Power hydraulic actuated, internal expanding, self adjusting 2-shoe type.

Brakes — External contracting band type operated by foot pedal with locking latch. For crane mode, automatic brake (spring applied, hydraulically released) is applied when control lever in neutral position. For bucket mode, free-fall is available when control lever in neutral position.

Locks — Electrically operated drum lock pawl.

BOOM HOIST ASSEMBLY: Driven by the bi-directional, axial piston motor through reduction gear powering the rope drum in either direction for hoisting or lowering boom.

Brake — Spring applied, hydraulically released multiple disc type.

Lock — Electrically operated drum lock pawl.

SWING: Driven by axial piston motor, through reduction gear.

Brake — Brake is applied by spring and released by hydraulic cylinder.

Lock — Mechanically operated pin connection frame lock.

Speed — 3.0 rpm.

OPERATOR'S CAB: Full vision compartment with safety glass panels, the completely independent cab is insulated against noise and vibration.

COUNTERWEIGHT: Removable, 2 block mounted on rear of upper frame by bolts.

POWER UNIT:

Make & Model	HINO HO6CT
Type	Water-cooled, 4-cycle diesel engine
No. of cylinders	6
Bore & Stroke	108mm x 118mm
Displacement	6,485 cc
Rated output	150 ps/2,100 rpm
Max. torque	52 kg-m/1,600 rpm
Fuel tank	290 liters

Lower Machinery

LOWER FRAME: All welded robust rolled steel, box construction.

SIDE FRAMES: All welded robust rolled steel. Connected to lower frame by links and pins.

ROLLERS: Heat treated, mounted on bushings with floating seals requiring no further lubrication.

Bottom — 9 pcs. per side frame.

Top — 3 pcs. per side frame.

DRIVE SPROCKETS: Heat treated, involute splined to drive shaft mounted on antifriction bearings.

IDLERS: Heat treated, mounted on bushings with floating seals requiring no further lubrication.

TRACKS: Heat treated, self cleaning, two lug type, multiple hinged shoes, 59 pcs. per side frame.

Shoe width — 760 mm

Tractor type link shoe (58 pcs. per side frame) is available as option.

TRACK TENSION ADJUSTER: Adjusted by hydraulic cylinders at the idler blocks. Tension can be automatically released when abnormal load occurred on tracks.

TRAVEL AND STEER: Axial piston motor with reduction gear is located at inner drive end of each crawler side frame. Each track is driven simultaneously or individually for straight-line travel, or pivot turn, or the tracks can be counter-rotated for spin turns.

Brake — Spring applied, hydraulically released multiple disc brakes applied automatically when control lever in neutral position.

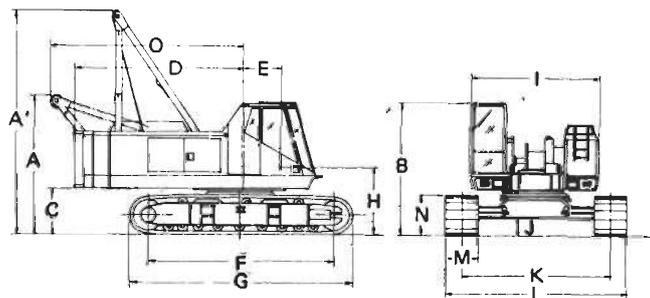
Speed — Two speed range

2.0 km/h Pump control "OFF" (ordinary)

0.3 km/h Pump control "ON"

General Dimensions

- A : Height over low gantry unit 3.230m
- A' : Height over high gantry unit 5.430m
- B : Height of cab 3.105m
- C : Counterweight ground clearance 1.100m
- D : Radius of rear end 4.150m
- E : Center of rotation to boom foot pin 0.950m
- F : Center to center distance of tumbler 4.840m
- G : Overall length of crawler 5.725m
- H : Height from ground to boom foot pin 1.655m
- I : Overall width of house 3.090m
- J : Ground clearance 0.410m
- K : Center to center distance of crawler
 - extended 3.590m
 - retracted 2.540m
- L : Overall width of crawler
 - extended 4.350m
 - retracted 3.300m
- M : Shoe width 0.760m
- N : Height of shoe 0.965m
- O : Tail swing radius at low gantry 4.720m



We are constantly improving our products and therefore reserve the right to change designs and specifications.

SUMITOMO (S.H.I.) CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.

International sales Div., 1-21, Kanda, Nishiki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan



CRANE BOOMS: Lattice construction; round tubular main chords, alloy hi-ten steel, with bracing of round steel tubing.

- Boom connections In-line pin connections.
- Basic boom Two-piece, 12.2m basic length; 6.1m base and 6.1m top section; 1.2m deep and 1.27m wide at connections.
- Boom point machinery Five head sheaves mounted on antifriction bearings.
- Boom extensions Available in 3.05m, 6.1m and 9.15m lengths with pendants. Maximum boom length 51.85m.
- Jib Two-piece; 6.1m basic length with 3.05m long base and top sections, 0.5m deep and 0.61m wide at connections.
- Jib extensions Available in 3.05m jib extensions. Maximum jib length 15.25m.
- Boom plus jib length 42.7m + 15.25m

Angle main chords, with bracing of angle steel is available as option.

HOOK BLOCK:

- 50 t, four sheaves Standard
- 15 t, one sheave Optional extra
- 5 t, no sheave Standard for jib

GANTRY: Retractable high gantry.

LINE SPEED:

Drums	Root dia.	Type	Line speed (Hoisting, Lowering)		Cable dia.
			Pump control "OFF" (Ordinary)	Pump control "ON"	
Main hoist (Front)	400mm	Parallel grooved	High 80 m/min Low 40 m/min	High 15 m/min Low 7.5 m/min	20mm
Aux. hoist (Rear)	400mm	Parallel grooved	High 80 m/min Low 40 m/min	High 15 m/min Low 7.5 m/min	20mm
3rd drum (option)	320mm	Parallel grooved	65 m/min	12 m/min	16mm
Boom hoist	280mm	Parallel grooved	64 m/min	12 m/min	14mm

- Notes:
1. Above line speed varies with load.
 2. Above line speed is based on first layer.

HOIST REEVING:

No. of parts of line	Main hoist								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Max. load (t)	50.0	44.8	39.2	33.6	28.0	22.4	16.8	11.2	5.6

WORKING WEIGHT AND GROUND PRESSURE:

Shoe width	Weight	Pressure
760mm	47.2t	0.60 kg/cm ²

With basic boom and counterweight.

Weight without counterweight (with basic boom): approx. 29.8 t.

COUNTERWEIGHT: Total . . . 14.4 t.

SAFETY DEVICE: Hook over hoist limiting device, boom over hoist limiting device, boom angle indicator, boom back stop, drum pawl lock for main, aux. and boom hoist drum safety valve in hydraulic circuit, swing alarm, load moment limiter (optional extra).

GRADEABILITY: 40% (22°)
with basic boom and counterweight

We are constantly improving our products and therefore reserve the right to change designs and specifications.

SUMITOMO (S.H.I.) CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.

International sales Div., 1-21, Kanda, Nishiki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

LS-118RH₅ CRANE CAPACITIES (WITH CRANE BOOM):

(in metric tons)

Working radius (m)	Boom length (m)														
	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40	27.45	30.50	33.55	36.60	39.65	42.70	45.75	48.80	51.85	
3.7	50.00														
4.0	44.00	43.50/3.9													
4.5	37.10	37.05	37.00												
5.0	30.90	30.80	30.70	30.50											
5.5	26.50	26.40	26.30	26.10	26.00										
6.0	23.60	23.50	23.40	23.30	23.10	23.00	19.20/6.6								
7.0	18.70	18.60	18.50	18.40	18.30	18.20	18.10	17.50/7.1	15.70/7.6						
8.0	15.58	15.40	15.30	15.20	15.10	15.00	14.90	14.80	14.70	13.90/8.2					
9.0	13.20	13.10	13.00	12.90	12.80	12.70	12.60	12.60	12.50	12.40	12.30	11.80/9.2			
10.0	11.60	11.50	11.40	11.30	11.20	11.10	11.00	10.90	10.80	10.70	10.60	10.50	10.40		
12.0	9.60/11.6	9.10	9.00	8.90	8.80	8.70	8.60	8.50	8.40	8.40	8.30	8.20	8.00	7.90	
14.0		7.60	7.50	7.40	7.30	7.20	7.10	7.00	7.00	6.90	6.80	6.60	6.50	6.40	
16.0		7.40/14.3	6.30	6.20	6.10	6.00	5.90	5.80	5.80	5.70	5.60	5.50	5.40	5.30	
18.0			5.90/16.9	5.20	5.10	5.10	5.00	4.90	4.90	4.80	4.70	4.60	4.50	4.40	
20.0				4.70/19.6	4.50	4.40	4.30	4.20	4.20	4.10	4.00	3.90	3.80	3.70	
22.0					3.90	3.80	3.70	3.60	3.70	3.50	3.40	3.30	3.20	3.10	
24.0					3.80/22.2	3.30	3.20	3.10	3.10	3.00	2.90	2.80	2.70	2.60	
26.0						3.00/24.9	2.80	2.70	2.70	2.60	2.50	2.40	2.30	2.20	
28.0							2.50/27.5	2.50	2.40	2.30	2.20	2.10	2.00	1.90	
30.0								2.20	2.10	2.00	1.90	1.80	1.70	1.60	
32.0									1.80	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	
34.0									1.50/32.8	1.50	1.40	1.20	1.10	1.00	

Notes:

- Capacities shown are in metric tons and are based on 75% of minimum tipping loads — over the side — with machine standing level on firm supporting surface under ideal job conditions. Deductions from the lifting crane capacities must be made for weight of hook block.

Kind of hook block	50 t	15 t	5 t
Weight of hook block (t)	0.75 t	0.30 t	0.12 t

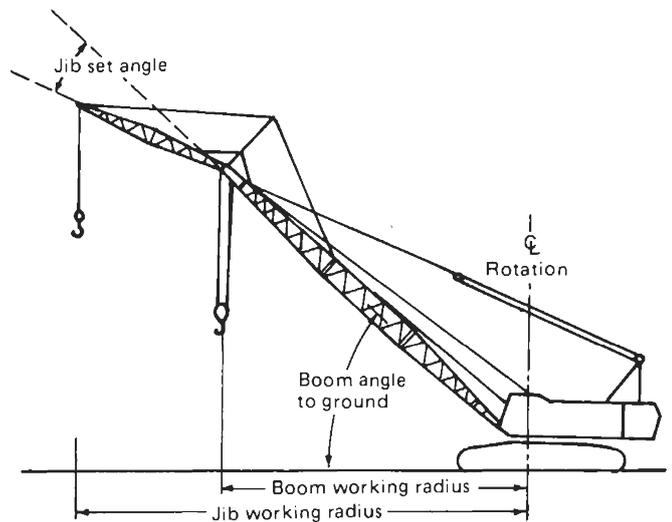
- When operating of the main boom peak sheaves with jib on boom the following deductions in machine lifting capacities must be made.

Jib length (m)	6.10	9.15	12.20	15.25
Weight to be deducted (t)	0.75	0.90	1.05	1.20

LS-118RH₅ JIB CAPACITIES:

(in metric tons)

Jib length (m)	Jib set angle	Max. jib Capacities
6.10	10°	5.0
	30°	5.0
9.15	10°	5.0
	30°	5.0
12.20	10°	4.1
	30°	4.1
15.25	10°	3.3
	30°	3.3



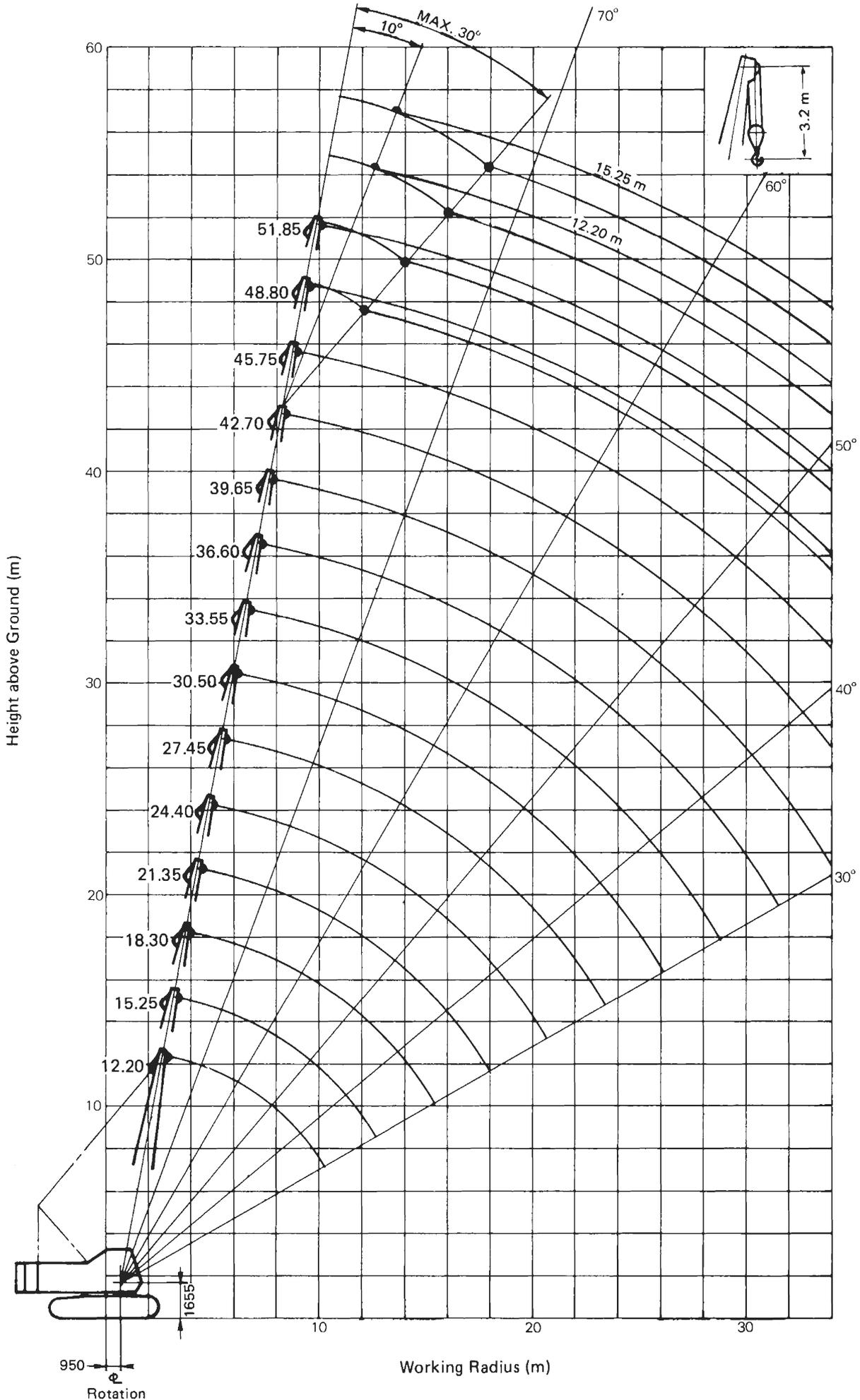
Notes:

- The jib capacities are equal to the crane lifting capacities of the main boom on which the jib is fixed except that they are restricted by the maximum jib capacities shown left.
- Jib working radius does not exceed the working radius of the main boom which fits the jib.
- Deductions from the jib capacities must be made for weight of jib hook block (0.12 t).
- Available boom length to attach the jib is from 21.35m to 42.7m. The maximum jib length is 15.25m.
- The jib set angle to boom must not exceed 30°.

Crane 50 metric tons



LS-118RH.5 CRANE WORKING RANGES



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
PROGRAM SARJANA (S1)
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS

BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN
SEMINAR DAN LISAN
TUGAS AKHIR

Pada hari ini **Senin** tanggal **9 Juli 2018** jam **08.00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

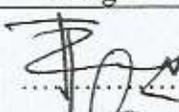
NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111440000090	Rexy Chalid Akbar	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Penyambungan Pengelasan Tiang Pancang Posisi Tidur dan Posisi Berdiri dengan Metode Preboring Hyperstraight pada Proyek PLTU Batang

Dengan Hasil :

<input type="checkbox"/> Lulus Tanpa Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
<input checked="" type="checkbox"/> Lulus Dengan Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Lisan

Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

1. Jelaskan mengapa menggunakan preboring? Jelaskan berdasarkan teori dan kondisi eksisting!
2. Perbaiki abstrak!
3. Tambahkan pembahasan mengenai kelebihan, kekurangan, kecocokan metode dengan kondisi lapangan! Dapat berdasarkan observasi, wawancara, literatur, dll!

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. PhD	
Yusroniya Eka Putri R. W., ST. MT	

Surabaya, 9 Juli 2018
 Dosen Pembimbing I
 (Ketua)

Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT

Dosen Pembimbing 2
 (Sekretaris)

Farida Rachmawati, ST. MT



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Cahyono Bintang Nurcahyo ST. MT
NAMA MAHASISWA	: Rexy Chaid Akbar
NRP	: 0311144000050
JUDUL TUGAS AKHIR	: ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PENYAMBUNGAN PENGELOMPOKAN TIANG PANCAANG POSISI TIDUR DAN POSISI BERDIRI DENGAN METODE PRESORING HYPERSTRAIGHT HYPERSTRAIGHT PADA PROYEK PLTU BATANG
TANGGAL PROPOSAL	: 24 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 025841 / ITZ.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	03/04/18	Konsultasi pengambilan data	amati kondisi eksisting di lapangan	
2	17/04/18	konsultasi layout pemancangan	amati	
3	02/05/18	konsultasi layout pemancangan	simulasikan	
4	08/05/18	konsultasi layout pemancangan	buatkan gambar	
5	11/05/18	Konsultasi penjadwalan	perbaiki sequencing	
6	14/05/18	konsultasi waktu pemancangan	cek produktivitas	
7	24/05/18	konsultasi biaya	cek harga clump	
8	04/06/18	konsultasi biaya	crosscheck ke lapangan & export	