

TUGAS AKHIR

**Analisis Pergerakan *Uplift* Tanah yang Menyebabkan Kerusakan Pipa
Firefighting pada Area *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* Blok 4.3
Proyek *Add-On* PLTGU Muara Tawar Bekasi**





UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :
Billy Rudy Pratama
(41119110053)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
2020**

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Analisis Pergerakan Uplift Tanah yang Menyebabkan Kerusakan Pipa Firefighting pada Area Heat Recovery Steam Generator (HRSG) Blok 4.3 Proyek Add-On PLTGU Muara Tawar Bekasi

Disusun oleh :

Nama : Billy Rudy Pratama
NIM : 41119110053
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : Senin, 15 Februari 2021

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Desiana Vidayanti, M.T.


Mengetahui

Ketua Penguji



Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, M.T.Eng

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Acep Hidayat. S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Billy Rudy Pratama
Nomor Induk Mahasiswa : 41119110053
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 19 Februari 2021

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


FC8E1AJX036409499
Billy Rudy Pratama


METER
TEMPEL

ABSTRAK

Proyek *Combine Cycle Power Plant (CCPP) Add-On* PLTGU Muara Tawar terbagi atas tiga area besar yaitu, *Head Recovery Steam Generator (HRSG)*, *Steam Turbine Generator (STG)*, serta *Balance of Plant (BOP)*. Area yang menjadi fokus tinjauan penulis adalah pekerjaan sipil di area HRSG. Pekerjaan sipil pada area HRSG terbagi atas dua bagian besar, yaitu struktur bawah dan struktur atas. Pekerjaan struktur bawah terdiri dari pondasi tiang pancang, pile cap, hingga pedestal. Sedangkan pada struktur atas terdiri dari pekerjaan instalasi struktur baja. Batasan pembahasan pada tugas akhir ini adalah pekerjaan pondasi HRSG Blok 4.3.

Selama proyek berlangsung terdapat sebuah permasalahan yang terjadi di area HRSG berkaitan dengan pekerjaan sipil. Sebuah bangunan eksisting berupa pipa firefighting melengkung diduga akibat aktivitas proyek di area HRSG Blok 4.3. Ada beberapa kemungkinan penyebab yang menyebabkan pipa tersebut melengkung. Lengkung yang terjadi pada pipa mengakibatkan pipa tersebut tidak berfungsi selama beberapa waktu.

Aktivitas proyek apapun seharusnya tidak mengganggu stabilitas dan fungsi bangunan eksisting walaupun kerusakan yang timbul sangat kecil. Seluruh pelaksanaan pekerjaan harus diperhatikan dari segi teknis maupun non teknisnya agar tidak merusak bangunan sekitar. Untuk menghindari kejadian serupa, maka perlu dilakukan analisis penyebab kerusakan pada pipa firefighting di area HRSG Blok 4.3. Pembahasan akan dilakukan dengan mencari nilai deformasi lateral dan vertikal dengan menggunakan metode numerik pada perangkat lunak Plaxis 2D dan menggunakan rumus empiris. Hasil analisis berupa deformasi lateral dan vertikal yang terjadi pada tanah akibat pemancangan, serta dicari solusi alternatif untuk mengurangi dampak kerusakan.

Kata kunci: Struktur bawah, kerusakan pipa firefighting, pemancangan

ABSTRACT

The Muara Tawar PLTGU Add-On Combine Cycle Power Plant (CCPP) project is divided into three major areas, namely, Head Recovery Steam Generator (HRSG), Steam Turbine Generator (STG), and Balance of Plant (BOP). The area that the authors review focuses on is civil works in the HRSG area. Civil works in the HRSG area are divided into two major parts, namely the lower structure and the upper structure. The lower structural work consists of pile foundations, pile cap, and pedestal. While the upper structure consists of steel structure installation work. The discussion limitation in this final project is the foundation work of HRSG Block 4.3.

During the project, there was a problem that occurred in the HRSG area related to civil works. An existing building in the form of a curved firefighting pipe is thought to be due to project activities in the HRSG Block 4.3 area. There are several possible causes for the pipe to buckle. The curve that occurs in the pipe results in the pipe not functioning for some time.

Any project activity should not disturb the stability and function of the existing building even though the damage is very small. The entire work implementation must be considered from a technical and non-technical point of view so as not to damage the surrounding buildings. To avoid a similar incident, it is necessary to analyze the causes of damage to the firefighting pipe in the HRSG Block 4.3 area. The discussion will be carried out by looking for lateral and vertical deformation values using numerical methods in Plaxis 2D software and using empirical formulas. The results of the analysis are in the form of lateral and vertical deformations that occur in the soil due to piling, as well as finding alternative solutions to reduce the impact of damage.

Key words: Sub-structure, firefighting pipe damage, piling

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Saya panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan pertolongan yang diberikan oleh-Nya. Tidak lupa shalawat serta salam Saya curahkan kepada Nabi besar Muhammad Rasulullah SAW, semoga karunia dan hidayah selalu tercurah baginya, para sahabatnya dan sampai kepada Kita selaku umatnya. Sehingga Saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) yang berjudul “Analisis Pergerakan *Uplift* Tanah yang Menyebabkan Kerusakan Pipa *Firefighting* pada Area *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* Blok 4.3 Proyek Add-On PLTGU Muara Tawar Bekasi”.

Dengan segala hormat serta penghargaan, Saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang telah mencurahkan doa dan segala perhatian serta kasih sayangnya kepada Saya. Dan pada kesempatan ini pula Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Acep Hidayat, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Ir. Desiana Vidayanti, M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan Tugas Akhir,
3. Bapak Adi Apriyanto Wijaya, ST., MT. selaku Manajer Proyek dari PT. Pembangunan Jawa Bali,
4. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah membantu dalam administrasi Tugas Akhir.

Saya telah melakukan penelitian serta penyusunan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik mungkin dan menerima setiap saran yang diberikan pada kemudian hari. Mudah-mudahan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Identifikasi Masalah	I-2
1.3. Perumusan Masalah.....	I-2
1.4. Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	I-5
1.7. Sistematika Penelitian.....	I-5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	II-1
2.1. Dasar Teori	II-1
2.1.1. Komposisi Tanah.....	II-1
2.1.2. <i>Index Properties</i> Tanah	II-2
2.1.3. Batas Konsistensi Tanah	II-3
2.1.4. Modulus Elastisitas Tanah	II-4
2.1.5. Klasifikasi Tanah.....	II-6
2.1.6. <i>Engineering Properties</i> Tanah	II-9

2.1.7. Pondasi Dangkal.....	II-19
2.1.8. Pondasi Dalam.....	II-21
2.1.9. Perubahan Volume Tanah Akibat Aktivitas Pemancangan	II-21
2.1.10. Metode <i>Finite Element</i> dengan Perangkat Plaxis 2D V.8.....	II-24
2.2. Metode Pekerjaan Pondasi Dalam.....	II-26
2.2.1. Pekerjaan Pemancangan.....	II-26
2.2.2. Pekerjaan <i>Pre-Boring</i>	II-30
2.2.3. Pekerjaan <i>Bored-Pile</i>	II-31
2.3. Penelitian Terdahulu.....	II-37
2.3.1. Kerusakan Bangunan <i>Cooling Water Pump House (CWPH)</i> pada Proyek <i>Add-On</i> PLTGU Muara Tawar Bekasi	II-37
2.3.2. Pergeseran Tanah Jembatan Skaran Akibat Aktivitas Pemancangan pada Proyek Jembatan Partihallsbron di Goteborg, Swedia	II-38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	III-1
3.2. Pengambilan Data.....	III-3
3.2.1. Data Primer	III-3
3.2.2. Data Sekunder	III-3
3.3. Data Pendukung.....	III-3
3.3.1. <i>PC Spun Pile</i>	III-4
3.3.2. <i>Boring Log</i>	III-4
3.3.3. <i>Jacking Pile Record</i>	III-9
3.3.4. Kondisi Bangunan Sekitar.....	III-9
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1. Pemodelan Struktur	IV-1
4.1.1. Pemodelan Tanah	IV-2
4.1.2. Pemodelan Tiang Pancang	IV-10
4.1.3. Pemodelan Pembebanan.....	IV-13

4.2. Analisis Pergeseran Lateral	IV-16
4.3. Analisis Pergeseran Uplift	IV-23
4.3.1. Pergeseran <i>Uplift</i> pada Metode <i>Hydraulic Jack</i>	IV-24
4.3.2. Pergeseran <i>Uplift</i> pada Metode <i>Preboring</i>	IV-24
4.3.3. Pergeseran <i>Uplift</i> pada Metode <i>Bored Pile</i>	IV-25
BAB V KESIMPULAN & SARAN	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerusakan pada Pipa <i>Firefighting</i> HRSB Blok 4.3	I-2
Gambar 1.2 <i>Root Cause Problem Solving (RCPS)</i>	I-3
Gambar 2.1 Diagram Fase Tanah	II-1
Gambar 2.2 <i>Atterberg Limits</i>	II-3
Gambar 2.3 Grafik Tegangan-Regangan	II-5
Gambar 2.4 Grafik Tegangan-Regangan Uji Triaxial UU.....	II-5
Gambar 2.5 Grafik Hubungan Waktu-Pemampatan untuk Suatu Pembebanan yang Dilakukan	II-10
Gambar 2.6 <i>Cross Section</i> Pengujian Konsolidasi	II-10
Gambar 2.7 Grafik Hubungan N-SPT dan Kohesi	II-14
Gambar 2.8 Grafik Hubungan N-SPT dan Sudut Geser Dalam Tanah	II-15
Gambar 2.9 Grafik Lingkaran Mohr Hasil Uji <i>Triaxial UU</i>	II-18
Gambar 2.10 Jenis-Jenis Pondasi Dangkal: (a) Pondasi Batu Kali; (b) Pondasi Telapak; (c) Pondasi Rakit.....	II-19
Gambar 2.11 Bidang Longsor pada Keruntuhan Geser Umum.....	II-20
Gambar 2.12 Bidang Longsor pada Keruntuhan Geser Lokal.....	II-21
Gambar 2.13 Pondasi Dalam Tiang Pancang	II-21
Gambar 2.14 Ilustrasi Pergeseran pada Tanah Akibat Pemancangan.....	II-21
Gambar 2.15 Ilustrasi Pergeseran Uplift pada Tanah	II-22
Gambar 2.16 Ilustrasi Pergeseran Lateral pada Tanah	II-23
Gambar 2.17 Bidang Elemen Hingga	II-24
Gambar 2.18 Proses Pengangkatan Pancang dengan Alat <i>Crane</i>	II-27
Gambar 2.19 <i>Plotting</i> Pancang pada <i>Clamp</i> HSPD.....	II-27
Gambar 2.20 Pemancangan dengan Alat HSPD.....	II-28
Gambar 2.21 Pengelasan pada Sambungan Tiang Pancang	II-28
Gambar 2.22 Pelapisan Cat <i>Zyncromate</i> pada Sambungan Las Tiang Pancang.....	II-29
Gambar 2.23 Pemasangan <i>Dolly</i>	II-29
Gambar 2.24 Pemotongan Tiang Pancang.....	II-30
Gambar 2.25 <i>Pre-Augering</i>	II-31
Gambar 2.26 Instrumen Alat Kerja <i>Bored-Pile</i>	II-32
Gambar 2.27 Proses Pengeboran dengan <i>Auger</i>	II-33

Gambar 2.28 Proses Pemasangan <i>Temporary Case</i>	II-33
Gambar 2.29 Proses Pembersihan Lubang Bor dari Lumpur	II-34
Gambar 2.30 Pengecekan Kedalaman dengan Alat Ukur.....	II-35
Gambar 2.31 Pemasangan Tulangan pada Lubang Bor.....	II-35
Gambar 2.32 Pemasangan Pipa Tremie pada Lubang Bor	II-36
Gambar 2.33 Proses Pengecoran.....	II-36
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
Gambar 3.2 <i>Prestressed Concrete Spun Pile</i>	III-4
Gambar 3.3 Titik <i>Boring Log</i> Area HRSG	III-5
Gambar 3.4 <i>Layout</i> Area Pemancangan HRSG Blok 4.3	III-9
Gambar 4.1 <i>Layout</i> Pemancangan HRSG Blok 4.3	IV-1
Gambar 4.2 Potongan A-A <i>Layout</i> Pemancangan HRSG Blok 4.3.....	IV-2
Gambar 4.3 Input Geometri pada Pemodelan.....	IV-2
Gambar 4.4 Garis Geogrid.....	IV-3
Gambar 4.5 Klasifikasi Tanah Sesuai Kedalaman.....	IV-4
Gambar 4.6 Grafik Tegangan-Regangan Uji <i>Triaxial UU</i>	IV-7
Gambar 4.7 Grafik Tegangan-Regangan Uji <i>Triaxial UU</i> Kedalaman 2-2.7 Meter	IV-8
Gambar 4.8 Grafik Tegangan-Regangan Uji <i>Triaxial UU</i> Kedalaman 25-25.7 Meter	IV-8
Gambar 4.9 Input Data Karakteristik Tanah.....	IV-10
Gambar 4.10 Geogrid Tiang Pancang.....	IV-11
Gambar 4.11 Definisi Material Tiang Pancang	IV-12
Gambar 4.12 Pemodelan Beban Terpusat.....	IV-15
Gambar 4.13 Pemodelan Beban Merata	IV-16
Gambar 4.14 <i>Staging Analisis Lateral Displacement</i>	IV-17
Gambar 4.15 <i>Modelling</i> Tahap Awal.....	IV-17
Gambar 4.16 <i>Modelling</i> Pemancangan As 1.....	IV-18
Gambar 4.17 <i>Modelling</i> Pemancangan As 2.....	IV-19
Gambar 4.18 <i>Modelling</i> Pemancangan As 3.....	IV-19
Gambar 4.19 <i>Modelling</i> Pemancangan As 4.....	IV-20
Gambar 4.20 <i>Modelling</i> Pemancangan As 5.....	IV-21
Gambar 4.21 <i>Modelling</i> Pemancangan As 6.....	IV-21
Gambar 4.22 <i>Modelling</i> Pemancangan As 7.....	IV-22

Gambar 4.23 Deformasi Lateral pada Pondasi Pipa *Firefighting* IV-23

Gambar 5.1 Metode Preboring V-2



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Indeks Plastisitas dengan Jenis Tanah Berdasarkan <i>Atterberg Limits</i> ..	II-4
Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah USCS	II-8
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah dengan <i>Index Properties</i>	II-8
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai SPT	II-9
Tabel 2.5 Hasil N-SPT Tanah Lempung.....	II-13
Tabel 2.6 Hasil Iterasi Metode Setengah Interval.....	II-26
Tabel 2.7 <i>Equipment List</i> Pekerjaan Pemancangan	II-26
Tabel 2.8 <i>Manpower List</i> Pekerjaan Pemancangan	II-27
Tabel 2.9 <i>Equipment List</i> Pekerjaan <i>Pre-Boring</i>	II-30
Tabel 2.10 <i>Manpower List</i> Pekerjaan <i>Pre-Boring</i>	II-30
Tabel 2.11 <i>Equipment List</i> Pekerjaan <i>Bored-Pile</i>	II-31
Tabel 2. 12 <i>Manpower List</i> Pekerjaan <i>Bored-Pile</i>	II-32
Tabel 3.1 <i>Boring Log BH-03</i>	III-6
Tabel 3.2 <i>Soil Properties</i>	III-8
Tabel 4.1 Data Index & Engineering Properties Laboratorium.....	IV-5
Tabel 4.2 Data Teknis Alat <i>Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)</i>	IV-14
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Heave</i> Metoda <i>Hydraulic Jack</i>	IV-24
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan <i>Heave</i> Metoda <i>Preboring</i>	IV-25
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan <i>Heave</i> Pondasi <i>Bored Pile</i>	IV-25

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. SERTIFIKAT KALIBRASI ALAT <i>HYDRAULIC STATIC PILE DRIVER (HSPD)</i>	Lampiran-1
LAMPIRAN B. SOIL INVESTIGATION RESULT	Lampiran-14
LAMPIRAN C. <i>REQUEST FOR WORK (RFW): PEKERJAAN PEMANCANGAN</i>	Lampiran-18
LAMPIRAN D. <i>REQUEST FOR WORK (RFW): PEKERJAAN PREBORING</i> ...	Lampiran-29
LAMPIRAN E. <i>REQUEST FOR WORK (RFW): PEKERJAAN BORE PILE</i>	Lampiran-36
LAMPIRAN F. SPESIFIKASI MATERIAL <i>SPUN PILE</i>	Lampiran-48
LAMPIRAN G. <i>JACKING PILE RECORD HRSG 4.3</i>	Lampiran-62
LAMPIRAN H. <i>FOUNDATION DRAWING DESIGN: HRSG 4.3</i>	Lampiran-64

