

## **TUGAS AKHIR**

### **PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR JEMBATAN KERETA API BH 140 KM 35 LINTAS SEMARANG- BOJONEGORO**

**Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)**



**Disusun Oleh :**

**Nama : JUWITA FIKA TYASTI**

**NIM : 41108010046**

**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**TERAKREDITASI BERDASARKAN BADAN AKREDITASI NASIONAL  
PERGURUAN TINGGI NOMOR : 012/BAN-PT/AK-VII/S1/VII/2008  
2012**



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Juwita Fika Tyasti  
NIM : 41108010046  
Fakultas : Teknik Perencanaan dan Desain  
Program Studi : Teknik Sipil

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 dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 7 Agustus 2012

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**Juwita Fika Tyasti**



LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN  
UNIVERSITAS MERCU BUANA

Q

Semester: Genap

Tahun Akademik: 2011/2012

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

**Judul Tugas Akhir :** PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR JEMBATAN KERETA API BH 140 KM 35 LINTAS SEMARANG-BOJONEGORO

Disusun oleh :

N a m a : Juwita Fika Tyasti  
N I M : 41108010046  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana tanggal 07 Agustus 2012

Pembimbing

Dr.Ir. Pintor Tua Simatupang, MT

Mengetahui,

Jakarta, 13 Agustus 2012

Ketua Sidang

Dr.Ir. Pintor Tua Simatupang, MT

Ketua Program studi Teknik Sipil



Ir.Sylvia Indriyani, MT

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka melengkapi persyaratan guna mencapai jenjang Strata I (S-1) Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain, Universitas Mercu Buana. Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Pondasi Tiang Bor Jembatan Kereta Api BH 140 KM 35 Lintas Semarang - Bojonegoro”

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk menambah kesempurnaan dari Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, antara lain :

1. Kedua orang tua ku yang tercinta, Ayah dan Ibu terima kasih yang tak terhingga atas doa yang selalu senantiasa mengiringi langkah ku, memberikan kasih sayang, *support*, dorongan moril, serta dukungan fasilitas dan materi.
2. Dr.Ir. Pintor Tua Simatupang, MT selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar membimbing, memberikan banyak ide, ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat serta memberikan pengarahan secara teknis dari awal sampai akhir. Terima kasih banyak pak pintor atas semua bimbingan dan ilmunya.

3. Ir. Desiana Vidayanti, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar membimbing dan meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberikan ilmu.
4. Dr. Ir. Resmi Bestari, MS selaku Dosen Pembimbing Akademik. Terima kasih bu resmi yang dengan sabar memberikan bimbingan akademik dan selalu memberikan support kepada penulis dan memberikan kemudahan selama perkuliahan.
5. Ir. Zainal Abidin Shahab, MT yang selalu menyempatkan waktu bagi penulis untuk bertukar pikiran, memberikan semangat dan memberikan motivasi untuk dapat terus belajar. Terima kasih banyak pak shahab atas waktu, ilmu dan kesabarannya selama ini.
6. Ir. Sylvia Indriany, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang selalu memberikan kemudahan dan memberikan support. Terima kasih bu sylvi atas kesabaran mendengarkan keluhan dari penulis hingga menjadi tempat berbagi cerita.
7. Untuk seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis selama kuliah.
8. Karyawan TU FTSP Pak Kadi, yang sering direpotkan oleh saya, terimakasih banyak pak.
9. Kakak – kakakku ‘Mas Aan dan Mbak Igid’ Adik – adikku ‘Zaqi, Qudsi dan Dimas’. Terima kasih yaa atas doa dan supportnya, luv u all.

10. Thanks a lot for my especially ‘RONNY SETIAWAN’ atas semua dukungan, semangat, waktu dan kesabaran serta doanya yang diberikan buat ku. Spirit of change, keep smile and istiqamah yaa. Semoga kita tetap mendapat hidayah-Nya.Amin, Allahumma amin.
11. Buat Sahabat – sahabat ku Iwan, Wandhi, Sari dan Stacia yang sejak awal tetap berjuang bersama dan tetap kompak. Semoga kesuksesan yang kita impikan dapat terwujud,Amin.
12. Sahabat lama ku sejak dulu kala Widadi ‘Teew’ dan Lisi terima kasih banyak atas curhatan, semangat serta dukungannya. Semoga kalian cepat lulus yaa,Amin.
13. Team Geoteknik Mami Pipit, Brother Ahmed dan Sholeh yang berjuang bersama menjalani tugas akhir, terima kasih atas semangat, dukungan dan cerita - ceritanya. Tetap semangat dan sukses yaa.
14. Buat brother – brother sipil’08 Tri Hardiyanto, Riza, Dodoy, Agus, Yarnas, Firman, Andi, Redwan, Benny, Syarief, Agil, Ari, Rangga, Sandargo, Adi, Fuad, Mulyono. Terima kasih cerita – cerita dan warnanya selama ini, tetap semangat kawan.
15. My Sista sipil’07 Kaka Gabbiela,ST dan Nurhidayanti,ST. Terima kasih atas dukungan dan doanya yaa.
16. Buat rekan sekaligus abang senior ku Randy Eka Putra Kurniawan,ST yang sejak awal masuk kuliah menjadi tempat berbagi cerita, berbagi ilmu dan berbagi pengalamannya, terima kasih juga buat dukungan dan doanya.

17. Buat adikku fellah supazaein terima kasih yaa atas dukungan dan doanya,  
semoga sukses dan cepat lulus yaa.

18. Rekan-rekan sipil 2009, 2010, 2011 yang tidak bisa disebutkan satu per satu  
*Thank's for all.*

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah kepada mereka semua  
dan semoga mendapat balasan yang lebih atas segala bantuan yang telah diberikan.  
Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, Agustus 2012



## **DAFTAR ISI**

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI.....i

DAFTAR GAMBAR.....vii

DAFTAR TABEL.....x

DAFTAR GRAFIK.....xi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....I-1

1.2 Rumusan Masalah.....I-2

1.3 Batasan Masalah.....I-5

1.4 Maksud dan Tujuan .....I-5

1.5 Lingkup Penulisan.....I-6

1.6 Metode Penulisan.....I-6

1.7 Sistematika Pembahasan.....I-7

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Definisi Pondasi.....II-1

2.1.a Pondasi Dangkal (*deep foundation*) .....II-1

2.1.b Pondasi Dalam ( <i>depth foundation</i> ) .....	II-2
2.2 Pondasi Tiang .....	II-2
2.2.1 Persyaratan Pondasi Tiang.....	II-3
2.2.2 Jarak Antar Tiang.....	II-3
2.2.2.a Jarak Minimum.. .....	II-3
2.2.2.b Jarak Maksimum.....	II-3
2.3 Klasifikasi Pondasi Tiang .....	II-4
2.3.1 Tiang Pancang .....	II-4
2.3.2 Tiang Bor ( <i>Bored Pile</i> ).....	II-5
2.4 Kapasitas Daya Dukung Tiang .....	II-7
2.5 Daya Dukung Tiang.....	II-9
2.6 Daya Dukung Aksial Tunggal .....	II-9
2.6.1 Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Berdasarkan Metode $\alpha$ (TSA) .....	II-11
2.6.2 Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Berdasarkan Metode $\beta$ (ESA).....	II-13
2.7 Daya Dukung Izin.....	II-16
2.8 Daya Dukung Lateral.....	II-16
2.9 Effisiensi dan Daya Dukung pada Kelompok Tiang .....	II-19
2.9.1 Effisiensi dan Daya Dukung pada Tanah Lempung .....	II-21
2.10 Penurunan Pondasi Tiang .....	II-22
2.10.1 Penurunan Pondasi Tiang Tunggal .....	II-22
2.10.1.a Semi Empiris .....	II-22
2.10.1.b Metoda Empiris .....	II-23

2.10.2 Penurunan Pondasi pada Kelompok Tiang .....	II-23
2.10.2.a Metoda Vesic.....	II-23
2.10.2.b Metoda Meyerhof .....	II-23
2.10.3 Penurunan Pondasi Tiang pada Tanah Lempung.....	II-24
2.11 Pengujian Laboratorium .....	II-26
2.12 Perhitungan Pembebanan.....	II-26
2.12.a Beban Mati .....	II-27
2.12.b Super Impose Dead Load.....	II-27
2.12.c Beban Hidup.....	II-27
2.12.d Beban Kejut .....	II-27
2.12.e Pembebanan Rem dan Traksi.....	II-28
2.12.f Pembebanan Lateral Kereta.....	II-28
2.12.g Pembebanan Rel Longitudinal.....	II-29
2.12.h Beban Angin .....	II-29
2.12.i Beban Gempa.....	II-30
2.12.j Kombinasi Pembebanan .....	II-31
2.14 Pengecekan Stabilitas Lereng .....	II-33
2.15 Perhitungan Liquifikasi.....	II-34

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Uraian Singkat Jembatan KA Lintas Semarang-Bojonegoro .....	III-1
3.2 Manfaat Pembangunan .....	III-1
3.3 Bagan Alir.....	III-1

3.4 Interpretasi Data Tanah.....	III-3
3.5 Metodologi Penyelidikan Tanah.....	III-7
3.5.1 Pekerjaan Pemboran Dalam .....	III-7
3.5.2 Pekerjaan SPT .....	III-8
3.5.3 Pekerjaan Sampling.....	III-9
3.5.4 CPT atau Uji Sondir .....	III-11
3.6 Metodologi Penyelidikan Laboratorium .....	III-11
3.7 Interpretasi Hasil Uji Lapangan.....	III-13
3.7.1 Pemboran Dalam.....	III-13
3.7.2 CPT atau Sondir .....	III-14
3.8 Interpretasi Hasil Uji Laboratorium.....	III-16
3.9 Analisis Pembebatan.....	III-18
3.10 Pemilihan Jenis Pondasi.....	III-18
3.11 Analisis Pemilihan Metode Perhitungan Daya Dukung .....	III-18
3.13 Analisis Potensi Liquifaksi .....	III-19

## BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Pembebatan.....	IV-1
4.1.1 Data Teknis Jembatan .....	IV-1
4.2 Pengecekan Pembebatan.....	IV-1
4.3 Pembebatan .....	IV-3
4.3.1 Ditinjau pada Abt-1 dan Abt-2.....	IV-3
4.3.2 Ditinjau pada Pier-1 .....	IV-10
4.4 Perencanaan Daya Dukung Tunggal.....	IV-29

4.4.1 Perencanaan Daya Dukung Tunggal pada Abt-1 .....	IV-29
4.4.2 Perencanaan Daya Dukung Tunggal pada Abt-2 .....	IV-51
4.4.3 Perencanaan Daya Dukung Tunggal pada Pier-1.....	IV-70
4.5 Hasil Perencanaan Daya Dukung .....	IV-94
4.6 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang.....	IV-96
4.6.1 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang pada Abt-1 ...	IV-96
4.6.1 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang pada Abt-1 ...	IV-96
4.6.2 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang pada Abt-2...IV-100	
4.6.3 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang pada Pier-1...IV-104	
4.7 Perhitungan Ulang Daya Dukung Kelompok Tiang.....	IV-108
4.7.1 Perhitungan pada Abt-1.....	IV-108
4.7.2 Perhitungan pada Abt-2.....	IV-114
4.7.3 Perhitungan pada Pier-1 .....	IV-120
4.8 Hasil Effisiensi Daya Dukung Kelompok Tiang .....	IV-126
4.9 Perhitungan Penurunan Konsolidasi.....	IV-128
4.9.1 Perhitungan pada Abt-1.....	IV-128
4.9.2 Perhitungan pada Abt-2.....	IV-135
4.9.3 Perhitungan pada Pier-1 .....	IV-141
4.10 HasilPerhitungan Penurunan Konsolidasi .....	IV-147
4.11 Perhitungan Daya Dukung terhadap Beban Lateral .....	IV-148
4.11.1 Perhitungan pada Abt-1.....	IV-148
4.11.2 Perhitungan pada Abt-2.....	IV-161
4.11.3 Perhitungan pada Pier-1 .....	IV-175
4.12 HasilPerhitungan Daya Dukung terhadap Beban Lateral .....	IV-189

4.13 Tinjauan Perbandingan Diameter 0,8 m dan 1 m .....IV-191

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....V-1

5.2 Saran .....V-5

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Proyek Jembatan KA BH 140 KM 35 .....	I-2
Gambar 1.2	Lokasi Jembatan Baru KA BH 140 KM 35 .....	I-4
Gambar 2.1	Tiang Pancang.....	II-5
Gambar 2.2	Tiang Cor di Tempat ( <i>Bored Pile</i> ).....	II-6
Gambar 2.3	Tiang Tahanan Ujung dan Tiang Tahanan Selimut.....	II-10
Gambar 2.4	Wilayah Gempa dengan Percepatan Batuan 1 detik.....	II-30
Gambar 2.5	Wilayah Gempa dengan Percepatan Batuan 0,2 detik .....	II-31
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	II-2
Gambar 3.2	Lokasi Titik Uji.....	II-4
Gambar 3.3	Layout Perletakan .....	II-6
Gambar 3.4	Alat Bor Mesin.....	II-7
Gambar 3.5	Alat SPT.....	II-8
Gambar 3.6	Pengambilan Sample Tanah dengan <i>Shelby Tube</i> .....	II-10
Gambar 3.7	Klasifikasi Tanah Hasil Sondir.....	II-14
Gambar 4.1	Detail Jembatan Tampak Samping .....	IV-2
Gambar 4.2	Hasil Uji Boring Log 1 .....	IV-30
Gambar 4.3	Hasil Uji Boring Log 2 .....	IV-51
Gambar 4.4	Hasil Lateral Analysis Abt-1 Diameter 0,8m .....	IV-148
Gambar 4.5	Hasil Data Tanah dan Pondasi Abt-1 Diameter 0,8m.....	IV-149
Gambar 4.6	Hasil Lateral Load Vs Deflection Abt-1 Diameter 0,8m.....	IV-150
Gambar 4.7	Hasil Pile Deflection Abt-1 Diameter 0,8m.....	IV-151

Gambar 4.8	Hasil Pile Moment Abt-1 Diameter 0,8m.....	IV-152
Gambar 4.9	Hasil Kurva P-Y Abt-1 Diameter 0,8m .....	IV-153
Gambar 4.10	Hasil Lateral Analysis Abt-1 Diameter 1 m .....	IV-154
Gambar 4.11	Hasil Data Tanah dan Pondasi Abt-1 Diameter 1m.....	IV-155
Gambar 4.12	Hasil Lateral Load Vs Deflection Abt-1 Diameter 1m.....	IV-156
Gambar 4.13	Hasil Pile Deflection & Depth Abt-1 Diameter 1m.....	IV-157
Gambar 4.14	Hasil Pile Deflection Vs Loading Abt-1 Diameter 1m.....	IV-158
Gambar 4.15	Hasil Pile Moment Vs Loading Abt-1 Diameter 1m .....	IV-159
Gambar 4.16	Hasil Kurva P-Y Abt-1 Diameter 1m .....	IV-160
Gambar 4.17	Hasil Lateral Analysis Abt-2 Diameter 0,8 m .....	IV-161
Gambar 4.18	Hasil Data Tanah dan Pondasi Abt-2 Diameter 0,8m.....	IV-162
Gambar 4.19	Hasil Lateral Load Vs Deflection Abt-2 Diameter 0,8m.....	IV-163
Gambar 4.20	Hasil Pile Deflection & Depth Abt-2 Diameter 0,8m.....	IV-164
Gambar 4.21	Hasil Pile Deflection Vs Loading Abt-2 Diameter 0,8m.....	IV-165
Gambar 4.22	Hasil Pile Moment Vs Loading Abt-2 Diameter 0,8 m .....	IV-166
Gambar 4.23	Hasil Kurva P-Y Abt-2 Diameter 0,8 m .....	IV-167
Gambar 4.24	Hasil Lateral Analysis Abt-2 Diameter 1 m .....	IV-168
Gambar 4.25	Hasil Data Tanah dan Pondasi Abt-2 Diameter 1m.....	IV-169
Gambar 4.26	Hasil Lateral Load Vs Deflection Abt-2 Diameter 1m.....	IV-170
Gambar 4.27	Hasil Pile Deflection & Depth Abt-2 Diameter 1m.....	IV-171
Gambar 4.28	Hasil Pile Deflection Vs Loading Abt-2 Diameter 1m.....	IV-172
Gambar 4.29	Hasil Pile Moment Vs Loading Abt-2 Diameter 1 m .....	IV-173
Gambar 4.30	Hasil Kurva P-Y Abt-2 Diameter 1 m .....	IV-174
Gambar 4.31	Hasil Lateral Analysis Pier-1 Diameter 0,8 m.....	IV-175

- Gambar 4.32 Hasil Data Tanah dan Pondasi Pier-1 Diameter 0,8 m .....IV-176
- Gambar 4.33 Hasil Lateral Load Vs Deflection Pier-1 Diameter 0,8 m .....IV-177
- Gambar 4.34 Hasil Pile Deflection & Depth Pier-1 Diameter 0,8 m .....IV-178
- Gambar 4.35 Hasil Pile Deflection Vs Loading Pier-1 Diameter 0,8 m .....IV-179
- Gambar 4.36 Hasil Pile Moment Vs Loading Pier-1 Diameter 0,8 m .....IV-180
- Gambar 4.37 Hasil Kurva P-Y Pier-1 Diameter 0,8 m .....IV-181
- Gambar 4.38 Hasil Lateral Analysis Pier-1 Diameter 1 m .....IV-182
- Gambar 4.39 Hasil Lateral Load Vs Deflection Pier-1 Diameter 1 m .....IV-183
- Gambar 4.40 Hasil Data Tanah dan Pondasi Pier-1 Diameter 1 m .....IV-184
- Gambar 4.41 Hasil Pile Deflection & Depth Pier-1 Diameter 1 m .....IV-185
- Gambar 4.42 Hasil Pile Deflection Vs Loading Pier-1 Diameter 1 m .....IV-186
- Gambar 4.43 Hasil Pile Moment Vs Loading Pier-1 Diameter 1 m .....IV-187
- Gambar 4.44 Hasil Kurva P-Y Pier-1 Diameter 1 m .....IV-188



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan Antara Ks dan Cu.....	II-17
Tabel 2.2	Nilai Modulus Reaksi Subgrade .....	II-18
Tabel 2.3	Kriteria Jenis Tiang.....	II-18
Tabel 2.4	Berat Jenis Material .....	II-27
Tabel 2.5	Gaya Horisontal Disebabkan oleh Lokomotif .....	II-29
Tabel 2.6	Faktor Beban.....	II-22
Tabel 2.7	Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng.....	II-32
Tabel 3.1	Rincian Seluruh Jenis dan Uji Lapangan pada BH 140.....	III-5
Tabel 3.2	Hasil Hasil Uji Boring 1 .....	III-13
Tabel 3.3	Hasil Hasil Uji Boring 2 .....	III-13
Tabel 3.4	Hasil Hasil Uji Sondir 1 .....	III-15
Tabel 3.5	Hasil Hasil Uji Sondir 2.....	III-15
Tabel 3.6	Hasil Hasil Uji Sondir 3.....	III-15
Tabel 3.7	Hasil Hasil Uji Lab Bor 1 .....	III-16
Tabel 3.8	Hasil Hasil Uji Lab Bor 2 .....	III-17
Tabel 4.1	Hasil Daya Dukung pada Abt-1 .....	IV-94
Tabel 4.2	Hasil Daya Dukung pada Abt-2.....	IV-94
Tabel 4.3	Daya Dukung pada Pier-1 .....	IV-95
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Awal Effisiensi Grup Tiang .....	IV-126
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Ulang Effisiensi Grup Tiang .....	IV-127
Tabel 4.6	Hasil Penurunan ( <i>settlement</i> ) Konsolidasi .....	IV-147
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Daya Dukung terhadap Beban Lateral .....	IV-190

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 2.1	Grafik Friction Angle for Clay (After Terzaghi,1976).....	II-13
Grafik 2.2	Grafik Friction Angle for Clay (U.S.Navy and Ladd) .....	II-13
Grafik 2.3	Grafik Nilai Nq.....	II-14

