

HALAMAN PENGESAHAN

Judul :

**TINJAUAN ASPEK GEOTEKNIS DAN  
PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH  
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS PUSAT  
IKIP PGRI JL. SIDODADI TIMUR NO.24 – 28 SEMARANG**

*(Geotechnical Aspect Observation And Sub Structure Planning  
of IKIP PGRI's Central Campus Project  
at 24<sup>th</sup> – 28<sup>th</sup> Sidodadi Timur Street Semarang)*

Disusun Oleh :

Eddy Tanny                      L2A 305 289

Lukas Kristianto S.        L2A 305 303

Semarang, Pebruari 2010

Disetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. INDRASTONO DA, M.Ing  
NIP. 1959 0528 1988 0310 01

Ir. BAMBANG PARDOYO, CES  
NIP. 1960 0323 1990 0110 01

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil Reguler II  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. MOGA NARAYUDHA, SP1  
NIP. 1952 0202 1980 0310 05

## KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yesus, yang telah memberikan kekuatan dan anugerahNya, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul Tinjauan Aspek Geoteknis dan Perencanaan Bangunan Bawah Proyek Pembangunan Gedung Kampus Pusat IKIP PGRI Jl. Sidodadi Timur 24-26 Semarang.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan pendidikan Strata I (S-I) di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Banyak pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Moga Narayudha, SP1 selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Reguler II Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Hardi Wibowo, ST, M.Eng selaku Ketua Bidang Akademik Jurusan Teknik Sipil Reguler II Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Ir. Hari Nugroho, MT selaku Dosen Wali penulis di Jurusan Teknik Sipil Reguler II Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Ir. Indrastono DA, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Bambang Pardoyo, CES selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir penulis, yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang banyak membantu kepada penulis
5. Bapak Rinto Wahyono, Amd selaku Site Manager Proyek Pembangunan Gedung Kampus Pusat IKIP PGRI Jl. Sidodadi Timur 24-26 Semarang.
6. Staf pengajaran Jurusan Teknik Sipil Reguler II Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Papi dan Mami yang dengan tidak jemu-jemu memberikan dukungan dan doa untuk penulis hingga saat ini.
8. Papa dan Mama untuk pengertian dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Kekasihku, Delaya Nenny Gunawan, STP yang telah memberikan semangat, dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

10. Keluargaku, Koh Ben, Ci Yul, Timmy, Rachel, Koh Tjong Hien, Ci Yenny, Abel, Stella, Axel, Koh Ferry, Ci Venny dan Via.
11. Eddy Tanny selaku rekan sekerja dalam pembuatan Tugas Akhir ini, perjuangan yang sebenarnya baru akan dimulai.
12. Bp. Hanggoro, Mas Jarot, Erwin, Abraham, Yunus, Senior, Koh Willy dan teman-teman lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih ada kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Akhirnya, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang teknik sipil.

Semarang, Pebruari 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Lampiran .....	xiii

### BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4

### BAB II : STUDI PUSTAKA

2.1 Tanah .....	5
2.1.1 Pengertian Tanah .....	5
2.1.2 Klasifikasi Tanah .....	5
2.1.2.1 Deskripsi Sistematis .....	6
2.1.2.2 Deskripsi Visual .....	7
2.2 Pondasi .....	9
2.2.1 Pengertian Pondasi .....	9
2.2.2 Klasifikasi Pondasi .....	9
2.2.2.1 Pondasi Dangkal ( <i>Shallow Foundation</i> ) .....	10
2.2.2.2 Pondasi Dalam ( <i>Deep Foundation</i> ) .....	13
2.2.3 Daya Dukung Tanah ( <i>Bearing Capacity Of Soil</i> ) .....	16
2.2.3.1 Daya Dukung Pondasi Dangkal .....	16
2.2.3.2 Daya Dukung Pondasi Dalam .....	22
2.2.3.3 Pengaruh Muka Air Tanah .....	27
2.2.3.4 Daya Dukung Ijin .....	29

2.2.4 Penurunan Pondasi ( <i>Settlement</i> ) .....	29
2.2.4.1 Penurunan Seketika ( <i>Immediately Settlement</i> ) .....	29
2.2.4.2 Penurunan Konsolidasi ( <i>Consolidation Settlement</i> ) .....	32
2.3 Konsep Pembebanan .....	37
2.3.1 Uraian Umum .....	37
2.3.2 Jenis-Jenis Beban .....	37
2.3.3 Pembebanan pada Struktur Atas .....	38
2.3.3.1 Beban Statik .....	38
2.3.3.1 Beban Dinamik .....	42
 BAB III : METODOLOGI	
3.1 Tinjauan Umum .....	49
3.2 Pengumpulan Data .....	49
3.2.1 Data Primer .....	49
3.2.2 Data Sekunder .....	50
3.3 Perhitungan dan Analisis .....	51
3.4 Penyajian Laporan .....	51
 BAB IV : ANALISIS DATA DAN PERHITUNGAN	
4.1 Analisis Data .....	53
4.1.1 Analisis Data Tanah .....	53
4.1.1.1 Hasil Pengujian <i>Sondir</i> .....	54
4.1.1.2 Hasil Pengujian <i>Boring</i> .....	54
4.1.1.3 Hasil Pengujian Laboratorium .....	57
4.1.2 Analisis Pembebanan Struktur Atas .....	60
4.1.2.1 Perhitungan Beban Gempa .....	61
4.1.2.2 Hasil Analisis Pembebanan Struktur Atas .....	67
4.2 Perhitungan Konstruksi Struktur Bawah .....	72
4.2.1 Pondasi Rakit .....	73
4.2.1.1 Perhitungan Geser Pons .....	73
4.2.1.2 Perhitungan Cek Tegangan Tanah .....	73
4.2.1.3 Perhitungan Cek Geser Pondasi Rakit .....	77
4.2.1.4 Perhitungan Cek Guling Pondasi Rakit .....	78
4.2.1.5 Perhitungan Tegangan di Bawah Kolom .....	80

4.2.1.6 Penulangan Pelat Pondasi Rakit .....	81
4.2.2 Pondasi Tiang Pancang Mini ( <i>Mini Pile</i> ) .....	82
4.2.2.1 Daya Dukung Berdasarkan Kekuatan Bahan .....	82
4.2.2.2 Berdasarkan Hasil Sondir .....	83
4.2.2.3 Penentuan Jumlah Pondasi <i>Mini Pile</i> dari Tiap Titik Pondasi .....	84
4.2.2.4 Kontrol Efisiensi Kelompok Tiang .....	86
4.2.2.5 Perhitungan Beban Maksimum yang Diterima Kelompok Tiang .....	95
4.2.2.6 Penulangan Tiang Pancang Akibat Pengangkatan .....	97
4.2.2.7 Penulangan Tiang Pancang Akibat Tumbukan .....	101
4.2.2.8 Penulangan Geser .....	102
4.2.2.9 Penulangan Pile Cap .....	103
4.2.2.10 Penulangan Geser Pons .....	104
4.2.3 Analisis Tegangan Tanah ( $\Delta P$ ) .....	105
4.2.4 Analisis Daya Dukung Tiang .....	110
4.2.4.1 Tekanan Tanah Efektif ( $P_o$ ) .....	110
4.2.4.2 Gaya Lateral yang Terjadi pada Tiang Pancang .....	112
4.2.4.3 Gaya Lateral yang Diijinkan .....	113
4.2.5 Prediksi Penurunan ( <i>Settlement</i> ) .....	114
4.3 Analisis Menggunakan Program PLAXIS <i>Version 8.2</i> .....	116
4.3.1 PLAXIS <i>Input</i> .....	117
4.3.2 PLAXIS <i>Calculation</i> .....	127
4.3.3 PLAXIS <i>Output</i> .....	131
4.3.4 PLAXIS <i>Curve</i> .....	132

## BAB V : PENUTUP

5.1 Kesimpulan .....	134
5.2 Saran .....	135

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor-faktor bentuk, kedalaman dan kemiringan untuk persamaan daya dukung <i>Meyerhof</i> .....	21
Tabel 2.2	Faktor pengaruh yang tergantung dari bentuk pondasi dan kekakuan pondasi ( <i>I<sub>w</sub></i> ) .....	31
Tabel 2.3	Angka <i>Poisson Ratio</i> ( $\mu$ ) menurut jenis tanah .....	31
Tabel 2.4	Nilai Sifat Elastisitas Tanah ( <i>E<sub>s</sub></i> ) menurut jenis tanah .....	32
Tabel 2.5	Faktor keutamaan struktur ditinjau dari kategori bangunannya .....	46
Tabel 4.1	Nilai <i>q<sub>c</sub></i> ( <i>cone resistance</i> ) .....	54
Tabel 4.2	Hasil pengujian <i>boring</i> .....	55
Tabel 4.3	<i>f<sub>r</sub></i> ( <i>friction ratio</i> ) .....	56
Tabel 4.4	<i>q<sub>c</sub></i> ( <i>conus resistance</i> ) .....	56
Tabel 4.5	Korelasi antara Jenis Tanah - Nilai <i>G<sub>s</sub></i> .....	57
Tabel 4.6	Hasil korelasi antara Jenis Tanah - Nilai <i>G<sub>s</sub></i> .....	58
Tabel 4.7	Korelasi Uji Penetrasi Standart (N-SPT) .....	58
Tabel 4.8	Hasil korelasi antara <i>q<sub>c</sub></i> - $\gamma$ .....	59
Tabel 4.9	Korelasi antara Jenis Tanah – Angka Pori ( <i>e</i> ) .....	59
Tabel 4.10	Hasil Korelasi antara Jenis Tanah – Angka Pori ( <i>e</i> ) .....	59
Tabel 4.11	Korelasi antara <i>e</i> - <i>C<sub>c</sub></i> .....	60
Tabel 4.12	Hasil Analisa Sondir .....	60
Tabel 4.13	Tabel <i>Summary of Soil Data</i> sampai -20.00 m .....	60
Tabel 4.14	Nilai $\mu$ dan <i>R</i> Berdasarkan Taraf Kinerja Gedung .....	65
Tabel 4.15	Faktor Daktilitas Maksimum ( $\mu_m$ ), Faktor Reduksi Gempa Maksimum ( <i>R<sub>m</sub></i> ) dan Faktor Tahanan Lebih Struktur ( <i>f<sub>l</sub></i> ) beberapa jenis sistem/subsistem struktur gedung .....	65
Tabel 4.16	Distribusi Beban Gempa di Sepanjang Tinggi Bangunan .....	67
Tabel 4.17	Gaya-gaya Dalam Tiap Joint Kolom .....	75
Tabel 4.18	Perhitungan <i>M<sub>x</sub></i> dan <i>M<sub>y</sub></i> .....	75
Tabel 4.19	Tegangan di Bawah Kolom .....	80

Tabel 4.20	Perhitungan Jumlah Tiang Pancang Berdasarkan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang .....	85
Tabel 4.21	Jumlah Tiang Pancang pada Masing-masing Titik Pondasi .....	85
Tabel 4.22	Tegangan Tanah di Titik B pada Kedalaman (Z) -3,00 m .....	106
Tabel 4.23	Tegangan Tanah di Titik I pada Kedalaman (Z) -3,00 m .....	106
Tabel 4.24	Tegangan Tanah di Titik F pada Kedalaman (Z) -3,00 m .....	107
Tabel 4.25	Tegangan Tanah di Titik G pada Kedalaman (Z) -3,00 m .....	108
Tabel 4.26	Faktor Pengaruh <i>Newmark</i> .....	108
Tabel 4.27	Hasil Analisis Tegangan Tanah Akibat Beban Bangunan ( $\Delta P$ ) .....	109
Tabel 4.28	Tekanan Tanah Efektif ( $P_o$ ) sampai -20,00 m .....	111



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batasan-batasan ukuran golongan tanah menurut beberapa sistem .....	6
Gambar 2.2	Bagan plastisitas .....	7
Gambar 2.3	Pondasi dangkal .....	10
Gambar 2.4	Flow Chart klasifikasi pondasi telapak .....	11
Gambar 2.5	Pondasi Telapak ( <i>footing</i> ) sebagai pondasi dangkal yang umum dipakai .	11
Gambar 2.6	Tipe-tipe pondasi rakit/pelat/ <i>mat (raft) footing</i> .....	12
Gambar 2.7	Pondasi dalam ( $D/B \geq 4$ ) .....	13
Gambar 2.8	Tiang Pancang Kelompok dan Tiang Pancang Tunggal .....	14
Gambar 2.9	(a) Model pondasi ; (b) Grafik hubungan antara beban dan penurunan .....	18
Gambar 2.10	(a) Keruntuhan geser menyeluruh ; (b) Keruntuhan geser setempat .....	18
Gambar 2.11	Faktor daya dukung <i>Terzaghi</i> untuk keruntuhan geser menyeluruh .....	19
Gambar 2.12	Faktor daya dukung <i>Terzaghi</i> untuk keruntuhan geser setempat .....	20
Gambar 2.13	Daya dukung tiang pancang dalam lapisan lempung .....	24
Gambar 2.14	Pengaruh lokasi muka air tanah terhadap daya dukung pondasi dangkal (a) keadaan I, (b) keadaan II, (c) keadaan III .....	28
Gambar 2.15	Penurunan seketika .....	30
Gambar 2.16	Penurunan konsolidasi .....	33
Gambar 2.17	Grafik penyajian penurunan konsolidasi primer dan sekunder .....	33
Gambar 2.18	Metode Casagrande untuk menentukan jenis konsolidasi .....	34
Gambar 2.19	Flow Chart klasifikasi beban pada struktur .....	38
Gambar 2.20	Gaya-gaya yang bekerja pada struktur basement .....	42
Gambar 2.21	Pengaruh angin pada bangunan gedung .....	43
Gambar 2.22	Koefisien angin untuk tekanan dan hisapan pada bangunan .....	44
Gambar 4.1	<i>Site Plan</i> .....	53
Gambar 4.2	Bagan Klasifikasi Tanah .....	55
Gambar 4.3	Konfigurasi Rangka 3D dari Struktur Proyek .....	68
Gambar 4.4	Konfigurasi Tampak 3D dari Struktur Proyek .....	68
Gambar 4.5	Tampak Bidang Momen pada Potongan Portal arah X AS B .....	69

Gambar 4.6	Tampak Bidang Lintang pada Potongan Portal arah X AS B .....	69
Gambar 4.7	Tampak Bidang Normal pada Potongan Portal arah X AS B .....	70
Gambar 4.8	<i>Output Joint Reactions</i> Perhitungan Struktur Utama dengan SAP 2000 ...	70
Gambar 4.9	Denah Titik Kolom .....	71
Gambar 4.10	Denah Pondasi .....	72
Gambar 4.11	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 2 × 2 .....	86
Gambar 4.12	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 5 × 6 .....	87
Gambar 4.13	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 5 × 9 .....	88
Gambar 4.14	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 6 × 8 .....	89
Gambar 4.15	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 7 × 7 .....	91
Gambar 4.16	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 6 × 9 .....	92
Gambar 4.17	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 7 × 8 .....	93
Gambar 4.18	Denah Pondasi <i>Mini Pile</i> 7 × 9 .....	94
Gambar 4.19	Kondisi Pengangkatan 1 dan Momen yang Ditimbulkan .....	97
Gambar 4.20	Kondisi Pengangkatan 2 dan Momen yang Ditimbulkan .....	99
Gambar 4.21	Denah Pondasi yang Dianalisis .....	105
Gambar 4.22	Beban Merata Berbentuk Persegi di Titik B pada Kedalaman (Z) -3,0 m .	105
Gambar 4.23	Beban Merata Berbentuk Persegi di Titik I pada Kedalaman (Z) -3,0 m ..	106
Gambar 4.24	Beban Merata Berbentuk Persegi di Titik F pada Kedalaman (Z) -3,0 m .	107
Gambar 4.25	Beban Merata Berbentuk Persegi di Titik G pada Kedalaman (Z) -3,0 m .	107
Gambar 4.26	Gaya Horisontal pada Tiang Pancang .....	110
Gambar 4.27	<i>Soil Profile</i> .....	112
Gambar 4.28	Penurunan Pondasi .....	114
Gambar 4.29	<i>Create</i> atau <i>Open Project</i> .....	117
Gambar 4.30	Lembar Tab <i>Project</i> dari Jendela <i>General Settings</i> .....	118
Gambar 4.31	Lembar Tab <i>Dimensions</i> dari Jendela <i>General Settings</i> .....	118
Gambar 4.32	Model <i>cluster</i> untuk kedalaman -20,00 m .....	119
Gambar 4.33	Model <i>cluster</i> yang telah diberi <i>standard fixities</i> .....	120
Gambar 4.34	<i>Material Sets</i> .....	121
Gambar 4.35	Lembar Tab <i>General</i> dari Jendela <i>Material Sets</i> .....	122
Gambar 4.36	Lembar Tab <i>Interface</i> dari Jendela <i>Material Sets</i> .....	122
Gambar 4.37	Lembar Tab <i>Parameter</i> dari Jendela <i>Material Sets</i> .....	123
Gambar 4.38	<i>Material Data</i> yang telah diaplikasikan pada setiap lapisan tanah .....	123
Gambar 4.39	Lembar Tab <i>Point load-static load system A</i> .....	124

Gambar 4.40 <i>Generate Mesh</i> .....	125
Gambar 4.41 <i>Initial Conditions</i> .....	126
Gambar 4.42 <i>Active Pore Pressures</i> .....	126
Gambar 4.43 <i>KO-procedure</i> .....	127
Gambar 4.44 <i>Effective Stresses</i> .....	127
Gambar 4.45 Tahapan Kalkulasi .....	130
Gambar 4.46 <i>Select Points For Curves</i> .....	130
Gambar 4.47 Hasil Kalkulasi .....	131
Gambar 4.48 <i>Output Deformed Mesh</i> .....	132
Gambar 4.49 <i>Output Extreme Total Displacement</i> .....	132
Gambar 4.50 Jendela <i>Curve Generation</i> .....	133
Gambar 4.51 Kurva <i>Sum-Marea</i> dengan $ U  [m]$ .....	133

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Surat-surat Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Lembar Asistensi
- Lampiran 3 : Data-data Tanah
- Lampiran 4 : Data Mini Pile
- Lampiran 5 : Time Schedule
- Lampiran 6 : RKS IKIP PGRI
- Lampiran 7 : Output Perhitungan SAP 2000
- Lampiran 8 : Desain Proyek (AutoCAD)