

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS LENDUTAN SISTEM PELAT DENGAN PERKUATAN  
TIANG PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF MENGGUNAKAN  
SAP 2000**



**Disusun oleh:**

**Asih Arum Lestari**

**20150110156**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS LENDUTAN SISTEM PELAT DENGAN PERKUATAN  
TIANG PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF MENGGUNAKAN  
SAP 2000**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Asih Arum Lestari**

**20150110156**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asih Arum Lestari

NIM : 20150110156

Judul : Analisis Lentutan Sistem Pelat dengan Perkuatan Tiang  
pada Tanah Ekspansif Menggunakan SAP 2000

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 25 Mei 2019

Yang membuat pernyataan



Asih Arum Lestari

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asih Arum Lestari  
NIM : 20150110156  
Judul : Analisis Lendutan Sistem Pelat dengan Perkuatan Tiang  
Pada Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan SAP  
2000

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Pemodelan Pelat Pondasi dengan Perkuatan pada Tanah Lempung Ekspansif” dan didanai melalui skema Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2018 oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia Tahun Anggaran 2018 dengan nomor hibah SP DIPA-042.06.1.401516/2018.

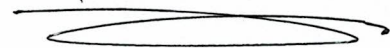
Penulis,



Asih Arum Lestari

Yogyakarta, 25 Mei 2019

Dosen Peneliti,



Ir. Anita Widiyanti, M.T.

Dosen Anggota Peneliti 1,



Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Dosen Anggota Peneliti 2,



Dr. Willis Diana, S.T., M.T.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil'alamin,*

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta, ayahanda Bambang Sigit Widodo, Ibundaku Ismaria Eka Widya, seluruh saudaraku yuk Irma, dek Ranti dan dek Ihsan. Semoga dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negaraku.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui nilai lendutan yang terjadi pada sistem pelat dengan perkuatan tiang pada tanah ekspansif menggunakan program SAP 2000.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr. Willis Diana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan dan semangat selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam membuat Tugas Akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 10 Mei 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1. Tanah Lempung Ekspansif.....	8
2.2.2. Pengembangan dan Penyusutan Tanah Ekspansif .....	8
2.2.3. Sistem Pelat Terpaku.....	9
2.2.4. Metode Evaluasi Kinerja Sistem Pelat Terpaku.....	10
2.2.5. Metode Elemen Hingga.....	11
2.2.6. Modulus Reaksi Tanah-Dasar ( $k$ ).....	13
2.2.7. Kenaikan Modulus Reaksi Tanah-Dasar Akibat Pengaruh Tiang ...	14
2.2.8. Pemodelan Tanah Sebagai Elemen Pegas ( <i>spring</i> ).....	16
2.2.9. Elemen <i>Shell</i> pada Metode Elemen Hingga.....	16

BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Tahapan Penelitian.....	18
3.2. Parameter Material.....	19
3.3. Peralatan Analisis .....	20
3.4. Idealisasi Pemodelan dengan Variasi $k_v$ , $k_h$ dan $k_t$ pada Struktur.....	20
3.5. Tahapan Analisis Elemen Hingga Sistem Pelat dengan Perkuatan Tiang.....	21
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengujian Sifat-Sifat Indeks Tanah .....	27
4.2. Parameter Input Analisis.....	28
4.3. Analisis Nilai Lendutan Struktur Pada Kondisi Tanah Kering .....	29
4.3.1. Perbandingan Nilai Lendutan Pada Tiang panjang 20 cm.....	29
4.3.2. Perbandingan Nilai Lendutan Pada Tiang panjang 10 cm.....	31
4.4. Analisis Nilai Lendutan Struktur Pada Kondisi Tanah Basah.....	34
4.4.1. Perbandingan Nilai Lendutan Pada Tiang panjang 20 cm.....	34
4.4.2. Perbandingan Nilai Lendutan Pada Tiang panjang 10 cm.....	36
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	39
5.2. Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	xvi
LAMPIRAN.....	19



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi Tanah Sesuai Uji Laboratorium .....	19
Tabel 4.1. Data Parameter Pemodelan Struktur .....	28
Tabel 4.2. Lendutan Pengamatan Model Fisik Laboratorium Tiang 20 cm .....	29
Tabel 4.3. Lendutan Pemodelan SAP 2000 Tiang 20 cm .....	29
Tabel 4.4. Lendutan Pemodelan SAP 2000 $k_v = 1,6k_{pengamatan}$ Tiang 20 cm .....	30
Tabel 4.5. Lendutan Pengamatan Model Fisik Laboratorium Tiang 10 cm .....	32
Tabel 4.6. Lendutan Pemodelan SAP 2000 Tiang 10 cm .....	32
Tabel 4.7. Lendutan Pemodelan SAP 2000 $k_v = 1,6k_{pengamatan}$ Tiang 10 cm .....	32
Tabel 4.8. Selisih Lendutan Pelat Kondisi Kering .....	33
Tabel 4.9. Lendutan Pengamatan Model Fisik Laboratorium Tiang 20 cm .....	34
Tabel 4.10. Lendutan Pemodelan SAP 2000 Tiang 20 cm .....	35
Tabel 4.11. Lendutan Pemodelan SAP 2000 $k_v = 10k_{pengamatan}$ Tiang 20 cm .....	35
Tabel 4.12. Lendutan Pengamatan Model Fisik Laboratorium Tiang 10 cm .....	36
Tabel 4.13. Lendutan Pemodelan SAP 2000 Tiang 10 cm .....	37
Tabel 4.14. Lendutan Pemodelan SAP 2000 $k_v = 10k_{pengamatan}$ Tiang 10 cm .....	37
Tabel 4.15. Selisih Lendutan Pelat Kondisi Basah .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Penyusutan dan Pengembangan Lempung Ekspansif .....	1
Gambar 2.2. Sistem Pelat Terpaku .....	2
Gambar 2.3. Pemodelan Sistem CAM Metode Elemen Hingga 3-D .....	3
Gambar 2.4. Penentuan Lendutan Rerata Pelat Fleksibel .....	6
Gambar 2.5. Elemen Shell .....	9
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian .....	20
Gambar 3.2. Idealisasi Nilai $k$ pada Pemodelan Struktur .....	21
Gambar 3.3. <i>Input Data</i> dan Pemodelan Geometri Struktur .....	21
Gambar 3.4. <i>Input Data Materials</i> Pelat dan Tiang .....	22
Gambar 3.5. Pemodelan Pelat dan Tiang .....	23
Gambar 3.6. Hasil Pemodelan Pelat dan Tiang Panjang 20 cm .....	23
Gambar 3.7. <i>Input</i> Modulus Reaksi Tanah-dasar .....	24
Gambar 3.8. Hasil Pemodelan Nilai Modulus Reaksi Tanah-dasar Struktur .....	24
Gambar 3.9. Pembebanan Pada Model Struktur .....	25
Gambar 3.10. Proses Analisis Model Struktur .....	25
Gambar 3.11. Hasil <i>Running Analysis</i> .....	26
Gambar 3.12. Lisensi Program .....	26
Gambar 4.1. Lendutan Tiang Panjang 20 cm Beban 50 kg .....	30
Gambar 4.2. Lendutan Tiang Panjang 20 cm Beban 100 kg .....	30
Gambar 4.3. Lendutan Tiang Panjang 20 cm Beban 190 kg .....	31
Gambar 4.4. Lendutan Tiang Panjang 10 cm Beban 50 kg .....	32
Gambar 4.5. Lendutan Tiang Panjang 10 cm Beban 100 kg .....	33
Gambar 4.6. Lendutan Tiang Panjang 10 cm Beban 190 kg .....	33
Gambar 4.7. Lendutan Tiang Panjang 20 cm Beban 50 kg Kondisi Basah .....	35
Gambar 4.8. Lendutan Tiang Panjang 20 cm Beban 100 kg Kondisi Basah .....	35
Gambar 4.9. Lendutan Tiang Panjang 20 cm Beban 190 kg Kondisi Basah .....	36
Gambar 4.10. Lendutan Tiang Panjang 10 cm Beban 50 kg Kondisi Basah .....	37
Gambar 4.8. Lendutan Tiang Panjang 10 cm Beban 100 kg Kondisi Basah .....	37
Gambar 4.9. Lendutan Tiang Panjang 10 cm Beban 190 kg Kondisi Basah .....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Indeks Propertis Tanah .....	41
Lampiran 2. Modulus Elastisitas Beton .....	47
Lampiran 3. Lendutan Uji Laboratorium .....	50

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
$\alpha$	[ ]	Faktor perpindahan tiang
$\varepsilon$	[%]	Regangan
$\gamma_b$	[ML <sup>-3</sup> ]	Berat volume tanah basah
$\gamma_d$	[ML <sup>-3</sup> ]	Berat volume tanah kering
$\delta$	[L]	Defleksi atau penurunan rata-rata pelat
$A$	[L <sup>2</sup> ]	Luasan
$A_c$	[L <sup>2</sup> ]	Luas bidang kontak pelat dengan tanah
$A_s$	[L <sup>2</sup> ]	Luas selimut tiang
$B$	[L]	Lebar pelat
$c$	[ML <sup>-2</sup> ]	Kohesi
$d$	[L]	Diameter tiang
$E$	[ML <sup>-2</sup> ]	Modulus elastisitas
$f_s$	[ML <sup>-2</sup> ]	Tahanan gesek
$h$	[L]	Tinggi tiang
$k$	[ML <sup>-3</sup> ]	Modulus reaksi tanah-dasar
$k_v$	[ML <sup>-3</sup> ]	Modulus reaksi tanah-dasar vertikal
$k_h$	[ML <sup>-3</sup> ]	Modulus reaksi tanah-dasar horizontal
$k_t$	[ML <sup>-3</sup> ]	Modulus gesek tiang
$k'$	[ML <sup>-3</sup> ]	Modulus reaksi tanah-dasar ekuivalen (pelat didukung tiang), $k' = k + \Delta k$
$\Delta k$	[ML <sup>-3</sup> ]	Pertambahan nilai k karena perkuatan tiang
$L$	[L]	Panjang pelat
$P$	[ML <sup>-2</sup> ]	Beban persatuan luas pada pelat
$Q$	[M]	Beban vertikal di pusat pelat
$R_s$	[ML <sup>-2</sup> ]	Tahanan gesek tiang termobilisasi per satuan luas

## DAFTAR ISTILAH

1. ASTM  
*American Society for Testing and Materials.*
2. AASHTO  
*American Association of State Highway and Transportation Officials.*
3. Sistem Pelat Terpaku  
Perkerasan beton bertulang (tebal antara 12-20 cm) yang didukung oleh tiang -tiang beton mini (panjang 150 – 200 cm dan diameter 15 – 20 cm), tiang- tiang dan pelat dihubungkan secara monolit untuk menciptakan suatu perkerasan yang kaku dan tahan terhadap deformasi tanah-dasar.
4. Modulus Reaksi Tanah-dasar  
Interaksi linier antara pelat dan media tanah-dasar akibat adanya defleksi pada saat pelat beton dibebani.