

TUGAS AKHIR

**ANALISIS LENDUTAN PELAT PADA TANAH LEMPUNG
EKSPANSIF MENGGUNAKAN SOFTWARE SAP2000**



Disusun oleh:

Fadhiel Muhammad Razaqi

20150110114

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

2019

TUGAS AKHIR

**ANALISIS LENDUTAN PELAT PADA TANAH LEMPUNG
EKSPANSIF MENGGUNAKAN SOFTWARE *SAP2000***

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



Disusun oleh:

Fadhiel Muhammad Razaqi

20150110114

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

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhiel Muhammad Razaqi

NIM : 20150110114

Judul : Analisis Lendutan Pelat Pada Tanah Lempung Ekspansif
Menggunakan *Software* SAP2000

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



Fadhiel Muhammad Razaqi

HALAMAN PERNYATAAN

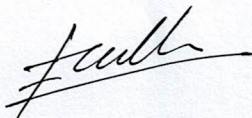
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhiel Muhammad Razaqi
NIM : 20150110114
Judul : Analisis Lendutan Pelat Pada Tanah Lempung Ekspansif
Menggunakan *Software* SAP2000

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Analisis Lendutan Pelat Pada Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan *Software* SAP2000” dan didanai melalui skema hibah Penelitian Strategis Nasional pada Tahun 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.

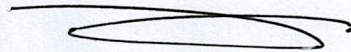
Yogyakarta,

Penulis,



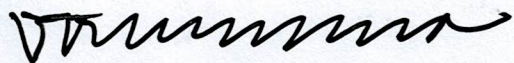
Fadhiel Muhammad Razaqi

Dosen Peneliti,



Ir. Anita Widianti, 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

Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada kedua orang tua penulis
Suriansyah, S.T dan U'un Sarbini, A.md

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 analisis lendutan pelat pada tanah dasar lempung ekspansif menggunakan *software* SAP2000.

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. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D, selaku kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Wilis Diana, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan arahan dan masukan dalam pelaksanaan tugas akhir.
4. Kedua Orang Tua Penulis Bapak Suriansyah, S.T dan Alm. Ibu U'un Sarbini, A.md yang selalu memberikan dukungan serta do'a dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Rekan-rekan Teknik Sipil kelas C angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan.
6. Kepada Adi Septian Arifin, Asih Arum Lestari, Asih Susanti, dan Syifa Salsabila, rekan seperjuangan dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
7. Kepada Nurza Purwa Abiyoga, Muhammad Azhar, Kartika Wulandary, Renita Husna, Gilang Permana Santoso, dan rekan-rekan seperjuangan di

laboratorium geoteknik yang telah memberikan arahan dan saran serta semangat.

8. semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir.

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, 21 Mei 2019

Penulis

Fadhiel Muhammad Razaqi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
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	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Tanah Lempung Ekspansif.....	6
2.3. Sistem Pelat Terpaku	7
2.4. Pemodelan Elemen Hingga pada SAP2000.....	8
2.4.1. Modulus Reaksi <i>Subgrade</i>	10
2.4.2. Kenaikan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> akibat Penambahan Tiang	12
2.4.3. Elemen <i>Shell</i> sebagai Pemodelan Pelat Beton	14
2.4.4. Elemen <i>Spring</i> sebagai Pemodelan Tanah	15
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Kerangka Penelitian	16
3.2. Parameter Material.....	17
3.3. Metode Pengujian	17

3.3.1. Sifat Fisik dan Mekanis Tanah.....	17
3.3.2. Modulus Elastisitas Pelat Beton.....	18
3.4. Idealisasi Pemodelan dengan Variasi k_v dan Δk_v pada Struktur Pelat	19
3.5. Tahapan Pemodelan	20
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 10 cm dalam Kondisi Kering.....	23
4.2. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 20 cm dalam Kondisi Kering.....	26
4.3. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 10 cm dalam Kondisi Basah	29
4.4. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 20 cm dalam Kondisi Basah	32
4.5. Pengaruh Penambahan Tiang terhadap Nilai Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Pada Pemodelan Sistem Pelat Terpaku.....	35
4.6. Pemodelan Sistem Pelat Terpaku dengan Perkuatan Tiang.....	36
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Hasil pengujian spesifikasi tanah dan standar pengujian.....	18
Tabel 4.1 Data <i>properties</i> material tanah.....	23
Tabel 4.2 Data <i>properties</i> material beton.....	23
Tabel 4.3 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah kering	24
Tabel 4.3 Lanjutan	25
Tabel 4.5 Data <i>properties</i> material tanah.....	26
Tabel 4.6 Data <i>properties</i> material beton.....	26
Tabel 4.7 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah kering	27
Tabel 4.8 Data <i>properties</i> material tanah.....	29
Tabel 4.9 Data <i>properties</i> material beton.....	29
Tabel 4.10 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah basah	30
Tabel 4.11 Data <i>properties</i> material tanah.....	32
Tabel 4.12 Data <i>properties</i> material beton.....	32
Tabel 4.13 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah basah	33
Tabel 4.14 Nilai modulus reaksi <i>subgrade</i> pada <i>minipile</i> dengan panjang 10 cm dan 20 cm pada kondisi kering.....	35
Tabel 4.15 Nilai modulus reaksi <i>subgrade</i> pada <i>minipile</i> dengan panjang 10 cm dan 20 cm pada kondisi basah.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Diffuse double layer</i>	7
Gambar 2.2 Sistem pelat terpaku (Hardiyatmo, 2011)	8
Gambar 2.3 Pemodelan CAM 3-D menggunakan SAP2000 (Suhendro dan Hardiyatmo, 2005)	8
Gambar 2.4 Skema lendutan rata-rata pelat (Hartono, 2013)	12
Gambar 2.5 Elemen <i>shell</i> segi empat (Gibson 1980, dalam Diana, 2011)	14
Gambar 2.6 <i>Spring</i> diterapkan sepanjang batas <i>mesh</i> (Potts dkk., 1999)	15
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian penelitian.....	16
Gambar 3.3 Skema uji elastisitas pelat beton (Miranda dkk, 2015)	18
Gambar 3.4 Pilihan template model.....	20
Gambar 3.5 Pemodelan Gridline struktur pelat beton.....	20
Gambar 3.6 Input data material beton (a) dan elemen pelat (b).....	21
Gambar 3.7 Input area spring (a) dan joint spring (b)	21
Gambar 4.1 Hasil deformasi pelat beton.....	23
Gambar 4.2 Perbandingan hasil lendutan pengujian dan pemodelan	24
Gambar 4.3 Hasil deformasi pelat beton.....	26
Gambar 4.4 Perbandingan hasil lendutan pengujian dan pemodelan	27
Gambar 4.5 Deformasi pada pelat terpaku.....	29
Gambar 4.6 Perbandingan hasil uji laboratorium dan pemodelan	30
Gambar 4.7 Deformasi pada pelat terpaku.....	32
Gambar 4.8 Perbandingan hasil pengamatan dan pemodelan pada beban 50 kg.	33
Gambar 4.9 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah kering	37
Gambar 4.10 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah kering.....	37
Gambar 4.11 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah basah.....	38
Gambar 4.12 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah basah.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Beban Pelat Lingkaran (Tiang 10 cm)	43
Lampiran 2 Hasil Uji Beban Pelat Lingkaran (Tiang 20 cm)	44
Lampiran 3 Hasil Uji Beban Pelat (Tanpa Tiang)	46
Lampiran 4 Hasil Uji Beban Pelat (Tiang 10 cm).....	48
Lampiran 5 Hasil Uji Beban Pelat (Tiang 20 cm).....	50
Lampiran 6 Hasil Uji Sifat Fisis Tanah.....	52

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
A	$[L^2]$	Luas bidang tekan
k_v	$[ML^{-3}]$	Modulus reaksi <i>subgrade</i>
δ	[L]	Penurunan atau Lendutan
p	$[ML^{-2}]$	Tekanan
C	[-]	Persen fraksi lempung
PI	[%]	Indeks plastisitas
E	$[ML^{-2}]$	Modulus Elastisitas
Gs	[-]	Berat Jenis

DAFTAR ISTILAH

1. *Subgrade*
Tanah dasar di bagian paling bawah lapis perkerasan jalan .
2. Modulus reaksi *subgrade*
nilai perbandingan dari beban tiap satuan luasan dibagi dengan nilai penurunan atau lendutan rata-rata.
3. Modulus reaksi *subgrade* (*Back Analysis*)
Hasil *trial-error* dari nilai modulus reaksi *subgrade* pada uji laboratorium.
4. Modulus reaksi *subgrade* (Tiang Tunggal)
Nilai modulus reaksi *subgrade* dari hasil analisis perbandingan tekanan dengan nilai penurunan pada tiang tunggal.
5. Modulus reaksi *subgrade* (Pengamatan)
Nilai modulus reaksi *subgrade* dari hasil analisis perbandingan tekanan dengan nilai penurunan atau lendutan rata-rata pada tiang kelompok.
6. Metode Elemen Hingga
Suatu metode analisis struktur dengan menggantikan suatu *continuum* dengan sejumlah elemen-elemen diskrit yang terhingga dan terhubungkan satu sama lain dengan titik-titik nodal.
7. Defleksi atau Lendutan
Perubahan bentuk pada sumbu y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang.