

TUGAS AKHIR

**ANALISIS ELEMEN HINGGA SISTEM PELAT DENGAN
PERKUATAN KOLOM SICC O-SHAPE PADA TANAH
EKSPANSIF**



Disusun oleh:

Novrizal

20140110228

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

2018

TUGAS AKHIR

**ANALISIS ELEMEN HINGGA SISTEM PELAT DENGAN
PERKUATAN KOLOM SICC O-SHAPE PADA TANAH
EKSPANSIF**

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



Disusun oleh:

Novrizal

20140110228

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

2018

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
APPROVAL SHEET

Judul : Analisis Elemen Hingga Sistem Pelat Dengan Perkuatan
Title : Kolom SiCC O-Shape Pada Tanah Ekspansif
*Finite Element Analysis of The Supported Plate With O-Shape
SiCC Column of Expansive Soil*

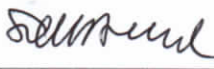
Mahasiswa : Novrizal
Student

Nomor Mahasiswa : 20140110228
Student ID.


Dosen Pembimbing : 1. Dr. Willis Diana, S.T., M.T.
Advisors : 2. Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D.

Telah disetujui oleh Tim Penguji :
Approved by the Committee on Oral Examination

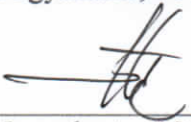
Dr. Willis Diana, S.T., M.T.
Ketua Tim Penguji
Chair

: 
Yogyakarta, 08 Juni 2018

Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D.
Sekretaris/Anggota Tim Penguji
Member

: 
Yogyakarta, 08 Juni 2018

Dr. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng.
Anggota Tim Penguji
Member

: 
Yogyakarta, 08 Juni 2018

Diterima dan disetujui sebagai persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
*Accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of
Engineering*

Ketua Program Studi
Head of Department




Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc. Ph.D.
NPK. 19750814 199904 123 040

HALAMAN PERNYATAAN I

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novrizal
NIM : 20140110228
Judul : Analisis Elemen Hingga Sistem Pelat Dengan Perkuatan Kolom SiCC *O-Shape* Pada Tanah Ekspansif

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, 08 Juni 2018

Yang membuat pernyataan



Novrizal

HALAMAN PERNYATAAN 2

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novrizal
NIM : 20140110228
Judul : Analisis Elemen Hingga Sistem Pelat dengan Perkuatan Kolom SiCC *O-Shape* pada Tanah Ekspansif

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "SISTEM KOLOM DARI CAMPURAN MIKROKALSIUM DAN MIKROSILIKA UNTUK FONDASI PERKERASAN LENTUR JALAN PADA TANAH EKSPANSIF" dan didanai melalui skema hibah Penelitian Strategis Nasional pada tahun 2017 oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia Tahun Anggaran 2017/2018 dengan nomor hibah DIPA A-042.06.0.1.401516/2016 Tanggal 7 Desember 2016.

Yogyakarta, 8 Juni 2018

Penulis,



Novrizal

Dosen Peneliti,



Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Allah SWT. Tuhan Semesta Alam yang telah memberikan nikmat kepadaku dan selalu membuat aku bersyukur didalam kondisi apapun tak henti-hentinya aku berterimakasih dan mengucapkan syukur Alhamdulillah. Untuk junjungan Nabi Muhammad SAW. yang telah membawa umat manusia pada zaman yang terang menderang dan memberikan syafaat yang luar biasa bagi dunia dan umat islam.

Untuk mama dan papa tercinta, Melyati dan Haidir Effendi, yang telah merawatku sejak dalam buaian kain panjang dan berjuang tanpa kenal lelah demi masa depan anak-anaknya. Terima kasih atas segalanya dan do`a yang selalu dipanjatkan di setiap hembusan nafasnya.

Untuk kakak-kakakku dan adikku, Andi Gusman, Meidayanti dan Okto Ricko, terima kasih untuk support yang selama ini selalu menemani, semoga kita semua segera menggapai kesuksesan di kemudian hari.

Untuk keluarga kelasku Civil Engineering E 2014 terima kasih telah berbagi ilmu dalam perkuliahan dan berbagi suka duka tugas, praktikum, dan laporan praktikumnya selama ini.

Untuk My Beloved Sunshine Voice semoga selalu mendapatkan kesuksesan prestasi yang gemilang dikancah nasional dan atau international. Dan teruntuk seperjuanganku SSV Ranger's 17' Fahmi Ardi, M. Zaka Zisma, Ina Farida A., Mardiana Wulansari, Reliza Onidema, Mitariza Migunani, Nahiyatuzahra, Adriana, Iftittah Aulia dan Yanuar Agung S. Thanks for everything, keep shiny and see you on top guys.

Untuk Tami, Iis , Atika, Amirul, Xena, Jecki, Naufal, Fariz, dan Dewi Antika thanks for stay beside me untill now, kalian the best supporter banget lah pokoknya

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 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui nilai parameter material tanah dalam pemodelan numerik terhadap kolom *O-Shape* dari hasil laboratorium.

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. Ketua Program Studi Bapak Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D.
2. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan bimbingan, dan koreksi dalam penyusunan laporan ini.
3. Bapak Dr. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Bapak/Ibu Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah diberikan kepada penyusun, dan semoga dapat bermanfaat serta menjadi amal jariyah bagi kita semua.
5. Seluruh Staff Tata Usaha, Karyawan dan Laboran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

6. Kedua Orang Tua, kakak dan adik tercinta yang selalu memberikan do`a, motivasi, arahan serta dukungan baik secara moral maupun materil selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Sahabat-sahabat penyusun, Iqbal Abdurrahman, Fajar Oka Faizal, Wizdan Faisal H., Syakur Adhi, Pradana K. Abimantra, Desy Rahmawati, Asih Andrestari, Fatika Ayu F., Nikhmatusholihah, Davicha Firly P., Kori Anggraini, M. Zaka Zisma, Lavina Bintari, Apipah Agung, Fitriah Ramadhany, Bayu Krisna W., Senna Esnainni, M. Wanandi, M. Sofyan Saugani yang bersedia berbagi tawa canda, keluh kesah dan motivasinya.
8. Rekan-rekan Teknik Sipil 2014 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan saran nasehat, bantuan, dukungan dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Kepada Semua Pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun ungkapkan satu persatu, terimakasih atas bantuan, dukungan dan do`anya.

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, 08 Juni 2018

Penulis

Novrizal

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN I.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN II.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Parameter Material.....	6
2.3. Stabilisasi Tanah dengan Teknik Kolom.....	7
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Tahapan Penelitian	15
3.2. Pemodelan Numerik	18
3.3. Input Material	20
3.4. Tahapan Simulasi.....	20
3.5. Analisis Data.....	35
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian	36
4.1.1. Nilai Parameter Material Pemodelan.....	36
4.1.2. Model Kolom <i>O-Shape</i> dan Model Perkerasan Sistem Pelat	37
4.2. Pembahasan.....	40

4.2.1. Nilai Parameter Material.....	40
4.2.2. Pengaruh Ukuran Kolom <i>O-Shape</i> Terhadap Penurunan Tanah.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	xliv
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Material properties</i> yang digunakan (Muntohar, 2014)	10
Tabel 2. 2 <i>Material properties</i> pemodelan (Kaufmann dkk., 2010)	11
Tabel 4. 1 Nilai Parameter Material	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Drucker Prager</i> (Nugraha, 2007).....	6
Gambar 2.2 Ilustrasi penggunaan kolom <i>T-Shape</i> pada timbunan diatas tanah lunak (Liu dkk., 2012).....	8
Gambar 2.3 Model Perkerasan lentur pada tanah ekspansif yang diperkuat dengan kolom (a) <i>O-Shape</i> , (b) <i>T-Shape</i> (Muntohar, 2014).....	9
Gambar 2.4 Kurva beban terhadap penurunan untuk (a) <i>prebored premixed</i> (PPM), dan (b) <i>mixing-auger method</i> (Muntohar dkk., 2013).	12
Gambar 2.5 Penampang kolom-kolom sel satuan dan konversi <i>plane-strain</i> (Tan dkk., 2008).	13
Gambar 2.6 Penampang <i>Embankment Case History</i> yang melalui <i>centerline stone-column</i> (Tan dkk., 2008).....	14
Gambar 2.7 Jumlah dan susunan kolom yang digunakan dalam pengujian (Farouk dan Shanien, 2013).....	14
Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian.....	16
Gambar 3.2 Bagan alir penelitian (Lanjutan).	17
Gambar 3.3 Sketsa Kolom <i>O-Shape</i>	19
Gambar 3.4 Susunan lapis perkerasan.	19
Gambar 3.5 <i>Create New Model Part</i>	21
Gambar 3.6 Membuat kolom SiCC sesuai dengan geometri.	21
Gambar 3.7 Kolom SiCC.	22
Gambar 3.8 Pelat beton (lapisan permukaan).	22
Gambar 3.9 Tanah <i>Subgrade</i>	22
Gambar 3.10 Pasir (lapisan paling bawah).	23
Gambar 3.11 <i>Material Manager</i>	23
Gambar 3.12 Tampilan kolom SiCC yang sudah dimasukkan sifat mekanisnya.....	24
Gambar 3.13 Tampilan pelat beton yang sudah dimasukkan sifat mekanisnya.....	24
Gambar 3.14 Tampilan tanah <i>Subgrade</i> yang sudah dimasukkan sifat mekanisnya.....	24

Gambar 3.15 Tampilan pasir (lapisan paling bawah) yang sudah dimasukkan sifat mekanisnya.	25
Gambar 3. 16 Tampilan hasil penyusunan semua <i>part</i>	25
Gambar 3.17 Tampilan membuat <i>Step</i>	26
Gambar 3.18 Membuat <i>Output</i> pada <i>Step</i>	26
Gambar 3.19 Tampilan permintaan <i>Output</i> pada <i>Step</i>	27
Gambar 3.20 Membuat interaksi pada semua <i>part</i>	27
Gambar 3.21 Tampilan <i>Interaction Manager</i>	28
Gambar 3.22 Tampilan <i>Load-1 Pressure</i>	28
Gambar 3.23 Tampilan <i>Load-2 Gravity</i>	29
Gambar 3.24 Tampilan <i>Boundary Condition</i>	29
Gambar 3.25 Membuat Mesh pada lapisan tanah (<i>Subgrade</i>).	30
Gambar 3.26 Tampilan kolom setelah di- <i>Mesh</i>	30
Gambar 3.27 Tampilan pelat beton setelah di- <i>Mesh</i>	30
Gambar 3.28 Tampilan pasir (lapisan paling bawah) setelah di- <i>Mesh</i>	31
Gambar 3.29 Tampilan benda uji setelah di- <i>Mesh</i>	31
Gambar 3.30 Tampilan membuat proses <i>running</i>	32
Gambar 3.31 Tampilan <i>Monitor-Running</i> pada <i>Job-1</i>	32
Gambar 3.32 Tampilan <i>Visualization</i> setelah proses <i>running</i>	32
Gambar 3.33 Tampilan <i>Visualization</i> dengan <i>primary var. S mises</i>	33
Gambar 3.34 Tampilan <i>Visualization</i> setelah proses <i>running</i> dengan <i>primary var. U magnitude</i>	33
Gambar 3.35 Tampilan <i>Visualization</i> setelah proses <i>running</i> potongan melintang.	33
Gambar 3.36 Tampilan <i>Visualization</i> setelah proses <i>running</i> tanpa pelat beton.	34
Gambar 3.37 Tampilan <i>Visualization</i> setelah proses <i>running</i> potongan melintang tanpa pelat beton.	34
Gambar 3.38 Kurva <i>Displacement-Time</i>	34
Gambar 4.1 Kurva hubungan tekanan terhadap penurunan (a) kolom 70 cm, (b) kolom 50 cm.	38

Gambar 4.2 Reaksi tanah terhadap kolom (a) $L_{col} = 70$ cm dan (b) $L_{col} = 50$ cm.	38
Gambar 4.3 Kurva hubungan tekanan terhadap penurunan (a) pelat dengan kolom 70 cm, (b) pelat dengan kolom 50 cm.	39
Gambar 4.4 Reaksi tanah terhadap kolom pada sistem pelat (a) $L_{col} = 70$ cm dan (b) $L_{col} = 50$ cm.	40
Gambar 4.5 Kurva perbandingan beban-penurunan kolom $L_{col} = 70$ cm dan $L_{col} = 50$ cm.	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	46
Lampiran 2	46
Lampiran 3	47
Lampiran 4	50

ABSTRAK

Metode perbaikan tanah dengan teknik kolom kapur atau semen atau pozzolan merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengurangi pengaruh tekanan pengembangan pada tanah ekspansif. Teknik kolom juga dapat berfungsi sebagai fondasi perkerasan. Pada naskah ini disajikan hasil pemodelan numerik terhadap model kolom SiCC yang digunakan sebagai sistem fondasi perkerasan kaku jalan dengan sistem pelat. Teknik kolom yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolom dengan bentuk polos atau *O-Shape*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mencari nilai parameter material tanah yang akan dipakai dalam pemodelan numerik dengan analisis metode elemen hingga (FEM) dan mengkaji pengaruh panjang kolom terhadap beban-penurunan dan deformasi sistem fondasi perkerasan kaku jalan dengan sistem pelat. Model kolom-kolom yang menopang lapisan perkerasan kaku jalan dengan sistem pelat dimodelkan sebagai solid element dalam ABAQUS ver. 6.11-2. Diameter kolom (D_c) yang digunakan adalah 5,08 cm dengan panjang 50 cm dan 70 cm. Penampang badan jalan yang dimodelkan berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$ dan kedalaman 1,2 m dengan tebal pelat 30 cm dan lapisan tanah lempung ekspansif setebal 70 cm berada di atas lapisan pasir setebal 20 cm. Penampang yang dimodelkan adalah hasil pengamatan defleksi pelat akibat beban yang dilakukan di laboratorium. Material tanah dan lapisan perkerasan jalan dimodelkan sebagai *Drucker Prager* model. Hasil analisis menunjukkan bahwa deformasi vertikal tanah akibat tekanan berkurang dengan bertambahnya panjang kolom. Dengan demikian, semakin besar ukuran panjang kolom cenderung menghasilkan deformasi yang semakin kecil.

Kata kunci : tanah ekspansif, teknik kolom, pelat kaku, defleksi, metode elemen hingga

ABSTRACT

The method of soil improvement with lime or cement column or pozzolan technique is one of the techniques that can be used to reduce the influence of pressure development on expansive soil. The column technique can also serve as a pavement foundation. This paper presents the results of numerical modeling with finite element method (FEM) of the SiCC column model used as a rigid pavement path foundation system with plate system. The column technique used in this study is a plain or O-Shape form. The main purpose of this study was to search soil material parameter value that will be used in modeling and examine the effect of column length on pressure and deformation of rigid pavement road foundation system with plate system. The model of columns supporting a rigid pavement with a plate system modeled as a plane strain in ABAQUS ver. 6.11-2. The diameter of the column (D_c) used is 5,08 cm with a length of 50 cm and 70 cm. The modeled section of the road body is $1 \times 1 \text{ m}^2$ in size and depth of 1,2 m with 30 cm thickness and 70 cm of expansive clay layer above the sand layer as thick as 20 cm. The modeled section is the result of plate deflection observation due to pressure done in laboratory. Soil material and pavement layers are modeled as Drucker Prager models. The results of the analysis showed that the vertical deformation of the soil due to pressure decreases with increasing column length.. Thus, the larger the length of the column tends to produce lesser deformation.

Keywords : expansive soil, column technique, rigid plate, deflection, finite element method