

**PERILAKU LENDUTAN MODEL SKALA KECIL PELAT DENGAN
SISTEM CAKAR AYAM BERDASARKAN KETEBALAN PELAT
MENGUNAKAN ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA (MEH)**

*Deflection of Small Scale Plate Models with Cakar Ayam System Based on Plate
Thickness Using Finite Elemen Method (FEM) Analysis*

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret

Surakarta



Disusun Oleh :

AJIK DWI SANTOSO

I0113005

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

commit user
2017

LEMBAR PERSETUJUAN**PERILAKU LENDUTAN MODEL SKALA KECIL PELAT DENGAN
SISTEM CAKAR AYAM BERDASARKAN KETEBALAN PELAT
DENGAN ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA (MEH)**

*Deflection of Small Scale Plate Models with Cakar Ayam System Based on Plate
Thickness Using Finite Elemen Method (FEM) Analysis*



Disusun Oleh :

AJIK DWI SANTOSO

NIM I 0113005

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 19690717 1997021001

R. Harva Dananjaya H.I, S.T., M.Eng.

NIP. 19850917 2014041001

commit to user

PENGESAHAN SKRIPSI

PERILAKU LENDUTAN MODEL SKALA KECIL PELAT DENGAN SISTEM CAKAR AYAM BERDASARKAN KETEBALAN PELAT DENGAN ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA (MEH)

*Deflection of Small Scale Plate Models with Cakar Ayam System Based on Plate
Thickness Using Finite Elemen Method (FEM) Analysis*

Disusun oleh :

AJIK DWI SANTOSO

NIM 10113005

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik
Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 4 Oktober 2017

Tim Penguji

Nama/NIP

Tanda Tangan

1. **Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.**
NIP. 19690717 1997021001

.....

2. **R. Harya D.H.I., S.T., M.Eng.**
NIP. 19850917 2014041001

.....

3. **Ir. Noegroho Djarwanti, M.T.**
NIP. 19561112 198403 2 007

.....

4. **Ir. Sugiyarto, M.T.**
NIP. 19551121 19870 2 1002

.....

Disahkan,
Tanggal :
Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Wibowo, S.T., DEA
NIP. 19681007 199502 1 001

commit to user

MOTTO



commit to user

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk : Ayahanda Yurianto

` Ibunda Umi Taslimah

Sdri. Ayu Intan Nurani

Sdr. Rahman Rifai

Rizki Rosyada

Kevin Ardio Ilham P

Keluarga Besar KBk Geoteknik dan Lab. Mekanika Tanah

Keluarga Besar Teknik Sipil UNS 2013



commit to user

ABSTRAK

Ajik Dwi Santoso, 2017, Perilaku Lendutan Model Skala Kecil Pelat Dengan Sistem Cakar Ayam Berdasarkan Ketebalan Pelat Dengan Analisis Metode Elemen Hingga (MEH), Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan. Jumlah lahan yang semakin sedikit menuntut sebuah *perkembangan dan inovasi dibidang teknik sipil termasuk bidang geoteknik*. Lahan pembangunan (tanah) sebagai penopang beban struktur di atasnya tidak selamanya baik, misalnya tanah lunak (lempung ekspansif). Perilaku tanah lempung ekspansif sebagai struktur tanah dasar dapat ditinjau dari nilai lendutan dan daya dukung akibat pengembangan tanah dengan variasi tebal plat terhadap Sistem Cakar Ayam.

Penelitian ini mengamati perilaku lendutan pada tanah ekspansif dengan menggunakan 3 model pelat. Pelat besi yang digunakan berdimensi panjang 70 cm dan lebar 22,5 cm. Variasi ketebalan adalah 2 mm dan 4 mm tanpa cakar, serta 2 mm dengan cakar. Dimesi cakar yang digunakan adalah panjang 5 cm dan diameter 4 cm. Jumlah cakar adalah 30 dengan pola persegi. Sampel pelat diletakkan pada kotak uji berukuran panjang 1,1 m, lebar 1,1 m, dan tinggi 0,6 m. Metode pembebanan pada pelat uji adalah pembebanan sentris statis berulang dengan beban 0,1-1,5 kN. Pengamatan kemudian dibandingkan dengan analisis menggunakan metode elemen hingga (MEH). Selisih nilai perpindahan vertikal pengamatan dan analisis metode elemen hingga untuk 3 pelat uji sebesar 5,13 mm untuk pelat uji 2 mm, 3,8 mm untuk pelat uji 2 mm dengan cakar, dan 2,68 mm untuk pelat uji 4 mm.

Selisih nilai perpindahan vertikal antara pengamatan laboratorium dan analisis metode elemen hingga belum mendekati. Grafik perbandingan vertikal dari 3 uji pelat menyimpulkan bahwa pelat uji 2mm tanpa cakar memiliki nilai perpindahan paling tinggi baik pada pengamatan dan analisis metode elemen hingga.

Kata kunci: cakar ayam, tanah ekspansif, pelat, metode elemen hingga

ABSTRACT

Ajik Dwi Santoso, 2017, *Deflection of Small Scale Plate Models with Cakar Ayam System Based on Plate Thickness Using Finite Element Method (FEM) Analysis*, Final Project of Civil Engineering Department Faculty of Engineering Sebelas Maret University Surakarta.

Increased population growth, this is in contrast to the availability of land. Smaller quantities of land demand a development and innovation in the field of civil engineering including geotechnical fields. Land development (soil) as the support of structural load above it is not always good, for example soft soil (expansive clay). The behavior of expansive clay soil as a base soil structure can be seen from the value of deflection and carrying capacity due to the development of soil with thick plate variation to the Cakar Ayam System.

This study observed deflection behavior on expansive soil using 3 model plates. The iron plate used is 70 cm long and 22.5 cm wide. Variations in thickness are 2 mm and 4 mm without claws, and 2 mm with claws. The claw dimension used is 5 cm long and 4 cm in diameter. The number of claws is 30 with a square pattern. The plate samples were placed on a 1.1 m long test box, 1.1 m wide and 0.6 m high. The loading method on the test plate is static repeated static loading with a load of 0.1-1.5 kN. The observations were then compared with the analysis using finite element method (FEM). Difference in observational vertical displacement values and analysis of finite element method for 3 test plates of 5.13 mm for test strips 2 mm, 3.8 mm for 2 mm test plate with claws, and 2.68 mm for 4 mm test plate.

The difference in vertical displacement values between the laboratory observations and the analysis of the finite element method has not been approached. The vertical comparison graph of the 3 test plates concluded that the 2 mm without claw test plate had the highest displacement value in both the observation and analysis of the finite element method.

Keywords: *cakar ayam, expansive soil, plate, finite element method*

PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul *Perilaku Lendutan Model Skala Kecil Pelat Dengan Sistem Cakar Ayam Berdasarkan Ketebalan Pelat Dengan Analisis Metode Elemen Hingga (MEH)*.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak banyak kendala yang sulit untuk penyusun hadapi sehingga terselesaikanya penyusunan skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Wibowo, ST, DEA, selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I skripsi. Terimakasih atas semua waktu, bimbingan, motivasi, serta bantuanya selama penyusunan skripsi ini sampai selesai.
3. Raden Harya Dananjaya H.I., S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II skripsi. Terimakasih atas semua waktu, bimbingan, motivasi, serta bantuanya selama penyusunan skripsi ini sampai selesai.
4. Dr. Dewi Handayani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik. Terimakasih atas semua waktu, bimbingan, motivasi, serta bantuannya selama penyusunan skripsi ini sampai selesai.
5. Semua orang yang telah terlibat baik langsung atau secara tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan, khususnya bagi penulis sendiri.

Surakarta, Oktober 2017

Penyusun

commit to user

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Tanah lempung ekspansif.....	7
2.2.2 Mekanisme pengembangan tanah ekspansif	8
2.2.3 Perilaku pengembangan tanah pada tanah ekspansif.....	8
2.2.4 Mekanisme sistem cakar ayam.....	10
2.2.5 Lendutan	12
2.2.5.1 Lendutan pada pelat dengan cakar	12
2.2.6 Metode Elemen Hingga.....	13
2.2.6.1 Pelat lentur.....	13
2.2.7 Analisis (MEH)	14
2.2.7.1 Model <i>mohr-coulumb</i> (MC).....	14

BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Alat dan Bahan.....	15
3.2 Tahap Penelitian.....	18
3.3 Tahap Pelaksanakan.....	19
3.3.1 Pengambilan sampel.....	19
3.3.2 <i>Preliminary test</i>	19
3.3.3 <i>Secondary data</i>	19
3.3.4 Persiapan penelitian.....	19
3.3.5 Penelitian utama	20
3.3.6 Analisis dan Pembahasan	28
3.2.6.1 Perhitungan metode Elemen Hingga.....	28
3.2.6.2 Perhitungan berdasarkan pengamatan	33
3.4 Hipotesis	34
3.5 <i>Output</i> Penelitian	34
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil pengujian awal.....	35
4.2 Hasil penelitian utama.....	36
4.2.1 Pembebanan pada pelat sebelum pembasahan	36
4.2.2 Hasil pengujian pembasahan	41
4.2.3 Hasil pengamatan tekanan <i>Uplift</i> tanah saat pembasahan.....	44
4.2.4 Pembebanan pada pelat setelah pembasahan	46
4.2.5 Nilai perbandingan perpindahan vertikal 3 pelat uji akibat pembebanan sebelum dan setelah pembasahan.....	51
4.2.6 Hasil analisis MEH.....	52
4.2.7 Perbandingan hasil pengamatan dan analisis MEH.....	56
4.3 Pembahasan.....	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lendutan pada pelat tanpa cakar dan pelat dengan cakar ayam akibat pengaruh pengembangan tanah (Anggreini,2008)	6
Gambar 2. 2 Peristiwa kapiler (interaksi antara partikel lempung dan air) (Yuliet, dkk (2011))	8
Gambar 2.3 Perilaku pengembangan sistem Cakar Ayam dan Pelat tanpa cakar pada tanah ekspansif (Hardiyatmo, 2008)	9
Gambar 2. 4 Lendutan pelat akibat beban titik dan rotasi cakar (Hardiyatmo 2000).....	10
Gambar 2. 5 Momen perlawanan cakar (Hardiyatmo et al., 2000).....	11
Gambar 2. 6 Lendutan rata-rata pada pelat fleksibel untuk menentukan k_v (Hardiyatmo dkk. 1999)	12
Gambar 2. 7 Permukaan pelat tipis lentur (Suhendro, 2000 dalam Setiawan, 2015)	14
Gambar 3. 1 Waterpass	16
Gambar 3. 2 <i>Proving ring</i>	16
Gambar 3. 3 Box berukuran panjang 1,1 m ; lebar 1,1 m ; tinggi 0,6 m	17
Gambar 3. 4 Sketsa dimensi pada pelat tebal 2 mm dengan cakar	17
Gambar 3. 5 Penampang pelat uji tebal 2 mm dengan cakar	17
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 7 Sketsa tampak atas alat model 3 dimensi	21
Gambar 3. 8 Sketsa potongan A-A alat model 3 dimensi	22
Gambar 3. 9 Sketsa potongan B-B alat model 3 dimensi	22
Gambar 3. 10 Pemasangan <i>dial gauge</i>	23
Gambar 3. 11 Posisi titik baca.....	23
Gambar 3. 12 Pemberian beban dengan alat CBR.....	24
Gambar 3. 13 Posisi proving ring dengan pelat tipis diameter 10 cm	25
Gambar 3. 14 Pemberian air melalui saluran pipa “U”	26
Gambar 3. 15 Pemberian air melalui drainase samping (kerikil).....	26
Gambar 3. 16 Gaya pengembangan tanah yang terjadi.....	26

Gambar 3. 17 Pengukuran tinggi akibat pengembangan tanah.....	27
Gambar 3. 18 Pemberian beban dengan alat CBR.....	28
Gambar 3.19 Pengaturan bentuk dan ukuran geometri model.....	30
Gambar 3.20 Pemodelan cakar ayam.....	30
Gambar 3. 21 Material sets	31
Gambar 3. 22 Parameter <i>Input</i> Tanah (a) <i>General</i> (b) <i>Parameters</i>	31
Gambar 3. 23 Komponen <i>Input</i> Struktural (a) <i>Floor</i> (b) <i>Wall</i>	31
Gambar 3.24 Jaring-jaring Elemen 2 Dimensi.....	32
Gambar 3.25 Jaring-jaring elemen 3 Dimensi	32
Gambar 3. 26 (a) Pengaturan umum pada fase perhitungan dan	33
 Gambar 4.1 Lendutan pelat 2 mm tanpa cakar sebelum pembasahan	36
Gambar 4.2 Lendutan pelat 2 mm dengan cakar sebelum pembasahan	37
Gambar 4.3 Lendutan pelat 4 mm sebelum pembasahan.....	38
Gambar 4.4 Hasil uji pembebanan sentris 3 pelat uji sebelum pembasahan	39
Gambar 4.5 Perpindahan vertikal pada pelat 2 mm tanpa cakar akibat pembasahan	41
Gambar 4.6 Perpindahan Vertikal pada pelat 2mm dengan cakar akibat pembasahan.....	42
Gambar 4.7 Perpindahan vertikal pada pelat 4 mm tanpa cakar akibat pembasahan	43
Gambar 4.8 Skema pengujian tekanan <i>Uplift</i> Tanah saat uji pembasahan	44
Gambar 4.9 Tekanan <i>uplift</i> tanah pada tiga pelat uji saat pembasahan	45
Gambar 4.10 Lendutan pada pelat 2 mm tanpa cakar setelah pembasahan	46
Gambar 4.11 Lendutan pada pelat 2 mm dengan cakar setelah pembasahan	47
Gambar 4.12 Lendutan pada pelat 4 mm tanpa cakar setelah pembasahan	48
Gambar 4.13 Nilai perbandingan lendutan 3 pelat uji terhadap pembebanan sentris setelah pembasahan	49
Gambar 4.14 Lendutan pada pelat 2 mm tanpa cakar setelah pembasahan (MEH)	52
Gambar 4.15 Lendutan pada pelat 2 mm dengan cakar setelah pembasahan (MEH)	53

Gambar 4. 16 Lendutan pada pelat 4 mm tanpa cakar setelah pembasahan	54
Gambar 4.17 Lendutan pada 3 pelat uji setelah pembasahan	55
Gambar 4.18 Lendutan pada pelat 2 mm tanpa cakar setelah pembasahan (pengamatan dan analisis MEH)	57
Gambar 4.19 Lendutan pada pelat 2 mm dengan cakar setelah pembasahan (pengamatan dan analisis MEH)	58
Gambar 4.20 Lendutan pada pelat 4 mm tanpa cakar setelah pembasahan (Pengamatan dan analisis MEH)	59
Gambar 4. 21 Lendutan pada 3 pelat uji setelah pembasahan menggunakan pengamatan dan analisis MEH	60
Gambar 4.22 Analisis lendutan dengan MEH model pelat Sistem Cakar Ayam 30 cakar pembebanan 150 kg, setelah pembasahan.....	61
Gambar 4.23 Hasil penurunan pelat dengan analisis MEH model Pelat Cakar 30 pembebanan 150 kg, setelah pembasahan	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan perpindahan vertikal pelat sistem cakar ayam tipe D21-H5-D3 (cakar susunan <i>persegi</i>) dan tipe D11-H5-D3 (cakar susunan <i>segitiga</i>) (Firdiansyah, 2008)	5
Tabel 2. 2 Tabel perbedaan penelitian sebelumnya	6
Tabel 2. 3 Tabel persamaan penelitian sebelumnya.....	6
Tabel 2.4 Estimasi kemungkinan perubahan volume tanah ekspansif (Chen, 1975).....	7
Tabel 3.1 Estimasi Modulus Elastis (E) (Bowles, 1977).....	29
Tabel 3.2 Estimasi Angka <i>Poison</i> (ν) (Bowles, 1977).....	29
Tabel 3.3 Parameter material tanah yang digunakan.....	29
Tabel 4. 1 Hasil <i>preliminary test</i>	35
Tabel 4. 2 Hasil secondary data (Baihaqi, 2016)	35
Tabel 4.3 Nilai perpindahan vertikal pada sistem pelat 2mm tanpa cakar.....	37
Tabel 4.4 Nilai perpindahan vertikal pada sistem pelat 2 mm dengan cakar.....	38
Tabel 4.5 Nilai perpindahan vertikal pada sistem pelat 4 mm tanpa cakar.....	39
Tabel 4.6 Nilai perpindahan vertikal 3 pelat uji dengan beban 1,5 kN.....	40
Tabel 4.7 Nilai reduksi perpindahan vertikal 3 pelat uji dengan beban 1,5 kN....	40
Tabel 4.8 Perpindahan vertikal pada pelat 2 mm tanpa cakar akibat pengembangan tanah.....	42
Tabel 4.9 Perpindahan vertikal pada pelat 2 mm dengan cakar akibat pembasahan	43
Tabel 4.10 Perpindahan vertikal pada pelat 4 mm tanpa cakar akibat pembasahan	44
Tabel 4.11 Tekanan <i>uplift</i> tanah saat pembasahan.....	45
Tabel 4.12 Nilai perpindahan vertikal pada sistem pelat 2 mm tanpa cakar.....	47
Tabel 4.13 Nilai perpindahan vertikal pada pelat 2mm dengan cakar setelah pembasahan.....	48

Tabel 4.14 Nilai perpindahan vertikal pada sistem pelat 4 mm tanpa cakar.....	49
Tabel 4.15 Nilai perpindahan vertikal 3 pelat uji dengan beban 1,5 kN.....	50
Tabel 4.16 Nilai reduksi perpindahan vertikal 3 pelat uji dengan beban 1,5 kN..	50
Tabel 4. 17 Nilai perpindahan vertikal 3 pelat uji akibat pembebanan sebelum dan setelah uji pembasahan.....	51
Tabel 4. 18 Selisih Nilai perpindahan vertikal 3 Pelat uji akibat pembebanan sebelum dan setelah pembasahan.....	51
Tabel 4. 19 Lendutan pelat 2 mm tanpa cakar setelah pembasahan dengan analisis MEH.....	53
Tabel 4. 20 Nilai perpindahan vertikal pelat 2 mm dengan cakar dengan MEH..	54
Tabel 4. 21 Nilai perpindahan vertikal pelat 4 mm tanpa cakar setelah pembasahan dengan analisis MEH	55
Tabel 4. 22 Nilai perbandingan perpindahan vertikal 3 pelat uji dengan beban 1,5 kN menggunakan analisis MEH.....	56
Tabel 4. 23 Nilai reduksi perpindahan vertikal 3 pelat uji beban 1,5 kN dengan analisis MEH	56
Tabel 4. 24 Hasil pengamatan dan analisis MEH pada pelat 2 mm tanpa cakar pada pembebanan sentris setelah pembasahan.....	57
Tabel 4. 25 Hasil pengamatan dan Analisis MEH pada pelat 2 mm dengan cakar pada pembebanan setelah pembasahan	58
Tabel 4. 26 Hasil pengamatan dan analisis MEH pada pelat 4 mm tanpa cakar pada pembebanan sentris setelah pembasahan.....	59
Tabel 4. 27 Nilai perpindahan vertikal 3 pelat uji menggunakan pengamatan dan analisi MEH di sajikan pada.....	60

LEMBAR PERSETUJUAN
PERILAKU LENDUTAN MODEL SKALA KECIL PELAT DENGAN
SISTEM CAKAR AYAM BERDASARKAN KETEBALAN PELAT
DENGAN ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA (MEH)

Deflection of Small Scale Plate Models with Cakar Ayam System Based on Plate Thickness Using Finite Elemen Method (FEM) Analysis



Disusun Oleh :

AJIK DWI SANTOSO

NIM I 0113005

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 19690717 1997021001

Dosen Pembimbing II

R. Harya Dananjaya H.I, S.T., M.Eng.

NIP. 19850917 2014041001

PENGESAHAN SKRIPSI

PERILAKU LENDUTAN MODEL SKALA KECIL PELAT DENGAN SISTEM CAKAR AYAM BERDASARKAN KETEBALAN PELAT DENGAN ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA (MEH)

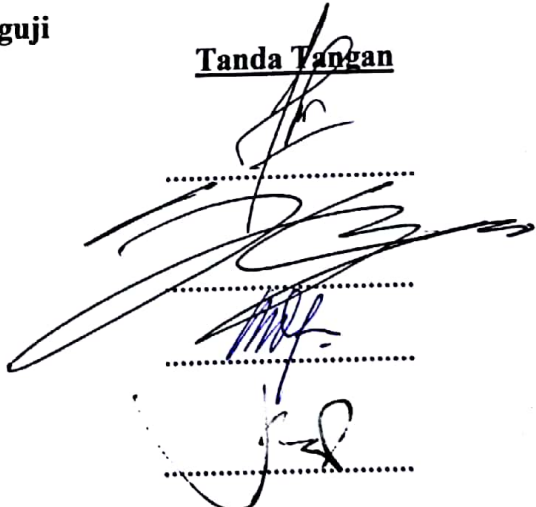
*Deflection of Small Scale Plate Models with Cakar Ayam System Based on Plate
Thickness Using Finite Elemen Method (FEM) Analysis*

Disusun oleh :
AJIK DWI SANTOSO
NIM I 0113005

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik
Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 4 Oktober 2017

Tim Penguji

- | <u>Nama/NIP</u> | <u>Tanda Tangan</u> |
|---|--|
| 1. <u>Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.</u>
NIP. 19690717 1997021001 |  |
| 2. <u>R. Harya D.H.I., S.T., M.Eng.</u>
NIP. 19850917 2014041001 | |
| 3. <u>Ir. Noegroho Djarwanti, M.T.</u>
NIP. 19561112 198403 2 007 | |
| 4. <u>Ir. Sugiyarto, M.T.</u>
NIP. 19551121 19870 2 1002 | |

Disahkan,

19 OCT 2017

Tanggal

:

Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Wibowo, S.T., DEA

NIP. 19681007 199502 1 001