

**SIMULASI PERILAKU PONDASI GABUNGAN
TELAPAKDAN SUMURAN PADA VARIASI DIMENSI
TELAPAK
DAN DIAMETER SUMURAN**

*(Behavioral Simulation on the Combination of Foot Plat and Caisson Foundation
Toward the Foot Plat Dimension Varians and the Diameter of Caisson)*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



**DISUSUN OLEH
BUDHI SULISTYANTO
NIM I0110029**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA
2015



LEMBAR PERSETUJUAN

SIMULASI PERILAKU PONDASI GABUNGAN TELAPAK DAN SUMURAN PADA VARIASI DIMENSI TELAPAK DAN DIAMETER SUMURAN

*(Behavioral Simulation on the Combination of Foot Plat and Caisson Foundation
Toward the Foot Plat Dimension Varians and the Diameter of Caisson)*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun oleh:

BUDHI SULISTYANTO

NIM 1 0110029

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

Persetujuan dosen pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.

NIP 19690903 199702 2 001

Dosen Pembimbing II

Yusep Mushih P., S.T., M.T., Ph.D.

NIP 19680702 199502 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

SIMULASI PERILAKU PONDASI GABUNGAN TELAPAK DAN SUMURAN PADA VARIASI DIMENSI TELAPAK DAN DIAMETER SUMURAN

*(Behavioral Simulation on the Combination of Foot Plat and Caisson Foundation
Toward the Foot Plat Dimension Varians and the Diameter of Caisson)*

SKRIPSI

Disusun oleh:

BUDHI SULISTYANTO

NIM I 0110029

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendarasan Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada hari : Rabu

Tanggal : 7 Januari 2015

Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.

NIP 19690903 199702 2 001

Yusep Muslih P., S.T., M.T., Ph.D.

NIP 19680702 199502 1 001

Ir. Noegroho Djarwanti, M.T.

NIP 19561112 198403 2 007

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

NIP 19850917 201404 1 001

.....
.....
.....
.....



Ir. Bambang Santosa, M.T.

NIP 19590823 198601 1 001

MOTTO

"Allah tidak akan merubah suatu kaum, jika bukan kaum itu sendiri yang merubahnya"

(Q.S. Ar-Rad: 11)

"Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain "

(Al Hadits)

"Man jaddawajada, manshobarozaforo"

(Pepatah Arab)

*"Jangan lihat seberapa besar hasil yang akan kau dapatkan,
tapi lihatlah seberapa besar proses yang kau lakukan "*

(Anonim)

commit to user

DEDICATED TO

"My Great Precious Lord Allah"

"My Life Inspiration Phopet Muhammad"

"My Beloved Mother and Father"

"My Sister, Family, dan MyTeachers"

"All of My Best Friends Ever"



commit to user

ABSTRAK

Budhi Sulistyanto, 2015. **Simulasi Perilaku Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran pada Variasi Dimensi Telapak dan Diameter Sumuran**. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pondasi bangunan berfungsi untuk meneruskan beban pada struktur atas bangunan ke dalam tanah. Saat ini, beberapa proyek mulai menggunakan gabungan pondasi telapak dan pondasi sumuran. Asumsi umum, daya dukung yang diberikan oleh pondasi ini adalah gabungan dari daya dukung keduanya, namun belum diketahui beban dari struktur atas ditahan oleh telapak saja, sumuran saja, atau keduanya. Dengan pertimbangan tersebut, dilakukan penelitian yang dilakukan secara simulasi dengan yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik pondasi gabungan telapak dan sumuran serta kontribusi tahanan pada masing-masing bagian.

Penelitian ini meninjau besarnya penurunan dan tegangan kontak antara pondasi dengan tanah akibat dari penambahan beban aksial vertikal pada tengah pondasi. Parameter tanah dasar yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari di Laboratorium Mekanika Tanah UNS. Selanjutnya, data parameter dianalisis dengan memodelkan pada Plaxis 3D Foundation v.1.6 dengan variasi dimensi telapak dan diameter sumuran. Hasil yang didapatkan berupa nilai penurunan (*displacement*) dan tegangan kontak. Nilai penurunan digunakan untuk mendapatkan daya dukung pada berbagai variasi pondasi gabungan, sedangkan tegangan kontak digunakan untuk menentukan kontribusi tahanan, baik dari telapak maupun dari sumuran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggabungan pondasi telapak dengan pondasi sumuran menambah daya dukung namun terdapat selisih 11% dari penjumlahan daya dukung telapak dan daya dukung sumuran itu sendiri. Pengurangan dimensi telapak memberikan efek penurunan daya dukung pondasi yang lebih signifikan jika dibandingkan dengan pengurangan diameter sumuran. Ketika pondasi telapak dan sumuran digabungkan, analisis menunjukkan telapak memberikan prosentase kontribusi tahanan yang lebih kecil dari sumuran. Nilai prosentase tersebut akan berkurang seiring dengan berkurangnya ukuran pada bagian tersebut, baik pengurangan dimensi telapak maupun pengurangan diameter sumuran. Untuk setiap kenaikan beban, terjadi penambahan prosentase kontribusi tahanan pada telapak.

Kata kunci: pondasi gabungan telapak dan sumuran, penurunan, daya dukung, tegangan kontak

ABSTRACT

Budhi Sulistyanto, 2015. **Behavioral Simulation on the Combination of Foot Plat and Caisson Foundation toward the Foot Plat Dimension Varians and the Diameter of Caisson.** Undergraduate Thesis, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, SebelasMaret University, Surakarta.

Building foundation serves to pass the load of the top part of the building's structure into the ground. Currently, several projects start to use the combination of foot plat and the caisson. The bearing capacity provided by this kind of foundation was commonly assumed as a singular combination between them, but it was still unknown the load of the top structure was held by the foot plat, the caisson, or both of them as composite. By this consideration, this research was conducted to determine the combination's characteristics of foot plat and the caisson, and also each their contribution of resistance.

This study reviewed the magnitude of the displacement and the contact pressure between the soil and the foundation as a result of an additional vertical axial load in the middle of the foundation. Basic soil parameters were taken from secondary data obtained from Soil Mechanics Laboratory of UNS. Furthermore, the data were analyzed by using parameters model in Plaxis 3D Foundation v.1.6 with a number dimension varieties of foot plat and the diameter of the caisson. The result obtained was in the form of value displacement and contact pressure. The displacement value was used to measure the bearing capacity of a wide variety of composite foundation, while the contact pressure was used to define the contribution of the composite's resistance on both of foot plat and of the caisson.

The result of the research showed that the combination of foot plat foundation and the caisson could increase the bearing capacity, but there were also a difference for about 11% from the sum of bearing capacity of the foot plat and the caisson. Dimensional reduction of foot plat provided an impact on the decrease of the composite foundation's bearing capacity significantly, as if being compared to the reduction of the caisson's dimension. If the foot plat was combining with the caisson, the analysis showed that foot plat could provide a smaller contribution of resistance compared to the caisson. This percentage value would decrease as well as the reduction of the dimensional wide on either foot plat or the caisson. There was also an additional percentage of resistance contribution on foot plat for every additional load.

Keywords: combination of foot plat and caisson foundation, displacement, bearing capacity, contact pressure

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penyusun menyusun tugas akhir dengan judul “**Simulasi Perilaku Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran pada Variasi Dimensi Telapak dan Diameter Sumuran**”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik penurunan pondasi gabungan dan kontribusi tahanan baik dari telapak maupun sumuran terhadap pondasi gabungan dalam Plaxis 3D Foundation. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
2. Dr. NikenSilmiSurjandari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I.
3. Yusep Muslih P., S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing II.
4. Ir. Sugiyarto, M.T. selaku dosen Pembimbing Akademis.
5. Segenap dosen penguji skripsi.
6. Segenap rekan mahasiswa S1 Reguler Angkatan 2010 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian selanjutnya.

Surakarta, Januari 2015

Penyusun

commit to user

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.. ..	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB 2 LANDASAN TEORI	 4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Pondasi.....	6
2.2.2 Pondasi Telapak (<i>Foot Plat</i>).....	6
2.2.3 Pondasi Sumuran (<i>Caisson</i>).....	10
2.2.4 Penurunan (<i>Settlement</i>).....	12
2.2.5 Interpretasi Data Hasil Pengujian Pembebanan.....	13
2.2.6 Tegangan Kontak pada Pondasi.....	16
2.2.7 Plaxis 3D Foundation	18

2.2.8	Estimasi Parameter Data Sekunder.....	19
BAB 3	METODE PENELITIAN	22
3.1	Pendahuluan	22
3.2	Data Penelitian	22
3.3	Tahapan Penelitian	23
3.3.1.	Tahap Persiapan	23
3.3.2.	Inisialisasi Parameter untuk Analisis.	24
3.3.3.	Analisis Menggunakan Program Plaxis 3D.	25
3.3.3.1	Perencanaan Geometri Model 3D	25
3.3.3.2	Parameter <i>Input</i>	26
3.3.3.3	Penyusunan Elemen Hingga.....	27
3.3.3.4	Penyusunan Fase dan Kalkulasi	28
3.3.3.5	Memunculkan <i>Output</i>	29
3.3.4.	Studi Komparasi.....	29
3.4	Peralatan Penelitian.....	30
3.5	Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	30
BAB 4	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Analisis Pendahuluan	32
4.2	Analisis Hasil Penelitian	36
4.2.1	Penurunan Pondasi dan Q_{un} pada Tanah Lempung	36
4.2.2	Tegangan Kontak Pondasi pada Tanah Lempung.....	41
4.3	Pembahasan	48
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
	PENUTUP.....	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	

commit to user

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Kapasitas Dukung Terzaghi (1943).....	8
Tabel 2.2	Hubungan antara N_c dan Df/B (Skempton, 1951), dalam Hardiyatmo (2008).....	11
Tabel 2.3	Perkiraan Modulus Elastis (E) (Bowles, 1977)	21
Tabel 2.4	Perkiraan Angka Poisson (ν) (Bowles, 1968)	21
Tabel 3.1	Model Variasi Pondasi.....	23
Tabel 3.2	Parameter <i>Input</i> pada Simulasi Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran.....	24
Tabel 4.1	Parameter Tanah Dasar (Data Sekunder)	32
Tabel 4.2	Parameter <i>Input</i> untuk Material Tanah Dasar.....	34
Tabel 4.3	Parameter <i>Input</i> untuk Material Telapak Beton Mutu 25 MPa.....	34
Tabel 4.4	Parameter <i>Input</i> untuk Material Sumuran Beton Mutu 25 MPa.....	34
Tabel 4.5	Variasi Bentuk Pondasi pada Pondasi Gabungan	35
Tabel 4.6	Nilai Penurunan Maksimal pada Variasi Pondasi.....	36
Tabel 4.7	Perhitungan Q_{um} Pondasi.....	39
Tabel 4.8	Perbandingan Volume Material Pondasi Gabungan dengan Q_{um}	40
Tabel 4.9	Nilai Distribusi Tegangan Kontak Pondasi Gabungan pada Beban 450 kN.....	42
Tabel 4.10	Nilai Distribusi Tegangan Kontak Pondasi Gabungan pada Beban 500 kN.....	42
Tabel 4.11	Nilai Distribusi Tegangan Kontak Pondasi Gabungan pada Beban 550 kN.....	43
Tabel 4.12	Nilai Distribusi Tegangan Kontak Pondasi Gabungan pada Beban 600 kN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Koefisien B_k untuk $S/B = 0,20$ (Berezantzec, 1965) dalam Hardiyatmo (2008)	12
Gambar 2.2	Kurva Pengujian Pembebanan untuk <i>Pile</i> pada Tanah Pasir dan Lempung	14
Gambar 2.3	Interpretasi Q_u dengan Metode Fuller dan Hoy (1970) dan Metode Butler dan Hoy (1977).....	15
Gambar 2.4	Interpretasi Q_u dengan Metode VanderVeen (1953).....	15
Gambar 2.5	Tegangan Kontak pada Pondasi Telapak yang Disederhanakan .	16
Gambar 2.6	Tegangan Kontak pada Pondasi Sumuran Yang Disederhanakan.....	16
Gambar 2.7	Diagram Tegangan <i>Combined Pile Raft Foundation</i> (CPRF) (Katzenbach dan Choudhury, 2013).....	17
Gambar 3.1	Posisi Titik Uji Pembebanan (Titik A).....	22
Gambar 3.2	Sketsa Pondasi Telapak, Sumuran dan Gabungan Telapak dan Sumuran.....	24
Gambar 3.3	<i>Material Sets</i>	26
Gambar 3.4	Parameter <i>Input</i> Tanah <i>General</i> , <i>Parameters</i> , dan <i>Interfaces</i>	26
Gambar 3.5	Komponen <i>Input</i> Struktural <i>Floor</i> dan <i>Wall</i>	27
Gambar 3.6	Jaring-Jaring Elemen 3 Dimensi	27
Gambar 3.7	Pengaturan Umum dan Parameter pada Fase Perhitungan	28
Gambar 3.8	Proses Perhitungan yang Dilakukan.....	28
Gambar 3.9	<i>Output</i> Perhitungan.....	29
Gambar 3.10	Diagram Alir Tahap Penelitian.....	30
Gambar 4.1	Grafik Hasil Penurunan antara Telapak, Sumuran, dan Gabungan Telapak dan Sumuran.....	37
Gambar 4.2	Grafik Hasil Penurunan Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran pada Variasi Dimensi Telapak dengan Diameter Sumuran 1 m dan Panjang Sumuran 4,5 m	38

Gambar 4.3	Grafik Hasil Penurunan Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran pada Variasi Diameter Sumuran dengan Kedalaman Telapak 1,5 m dan Dimensi Telapak 1,5 m x 1,5 m	38
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Volume Material Pondasi Gabungan dengan Q_{un}	41
Gambar 4.5	Prosentase Kontribusi Tahanan Pondasi untuk Pondasi Gabungan pada Variasi Dimensi Telapak dengan Kedalaman Telapak 1,5 m, Diameter Sumuran 1 m, dan Panjang Sumuran 4,5	44
Gambar 4.6	Prosentase Kontribusi Tahanan Pondasi untuk Pondasi Gabungan pada Variasi Diameter Sumuran dengan Kedalaman Telapak 1,5 m, Dimensi Telapak 1,5 m x 1,5 m, dan Panjang Sumuran 4,5 m	45
Gambar 4.7	Tegangan Rata- Rata Bagian Telapak pada Variasi Dimensi Telapak	46
Gambar 4.8	Tegangan Rata- Rata Bagian Sumuran pada Variasi Dimensi Telapak	46
Gambar 4.9	Tegangan Rata- Rata Bagian Telapak pada Variasi Diameter Sumuran	47
Gambar 4.10	Tegangan Rata- Rata Bagian Sumuran pada Variasi Diameter Sumuran	47

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Tegangan Kontak Menurut Terzaghi (1984).....	7
Rumus 2.2	Kapasitas Dukung Ultimit Menurut Terzaghi	8
Rumus 2.3	Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi pada Pondasi Berbentuk Bujur Sangkar.....	9
Rumus 2.4	Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi pada Pondasi Berbentuk Lingkaran	9
Rumus 2.5	Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi pada Pondasi Berbentuk Empat Persegi Panjang.....	9
Rumus 2.6	Kapasitas Dukung Ultimit Neto	9
Rumus 2.7	Kapasitas Dukung Pondasi Sumuran Menurut Terzaghi.....	10
Rumus 2.8	Asumsi Kapasitas Dukung Pondasi Sumuran Hanya Disumbangkan Ujung Tiang Menurut Skempton (1951).....	10
Rumus 2.9	Asumsi Kapasitas Dukung Pondasi Sumuran Disumbangkan oleh Ujung dan Selimut Menurut Skempton (1951)	11
Rumus 2.10	Tahanan Ujung Izin Sumuran Menurut Berezantec (1951)	11
Rumus 2.11	Tahanan Gesek Dinding Sumuran.....	12
Rumus 2.12	Menghitung Penurunan Total.....	13
Rumus 2.13	Menghitung Tahanan di Bawah Pondasi Rakit Menurut Garis Pedoman CPRF.....	17
Rumus 2.14	Menghitung Tahanan di Ujung Tiang Menurut Garis Pedoman CPRF.....	17
Rumus 2.15	Menghitung Tahanan di Selimut Tiang Menurut Garis Pedoman CPRF.....	17
Rumus 2.16	Berat Volume Tanah Jenuh Air.....	19
Rumus 2.17	Berat Volume Tanah Basah.....	19
Rumus 2.18	Substitusi Berat Volume Tanah Jenuh Air dengan Berat Volume Tanah Basah.....	20
Rumus 2.19	Angka Pori Tanah.....	20
Rumus 2.20	Porositas Tanah	20
Rumus 2.21	Berat Volume Tanah Butiran Padat.....	20

DAFTAR NOTASI

A	= Luas (m^2)
B	= Lebar Pondasi Telapak(m)
c	= Nilai Kohesi Tanah (kN/m^2)
d	= Tebal Plat (m)
D	= Diameter Sumuran (m)
D_f	= Kedalaman Telapak(m)
e	= Angka Pori
E	= Modulus Elastisitas (kN/m^2)
f_s	= Faktor Gesek Satuan antara Tanah dengan Dinding (kN/m^2)
G_s	= <i>Specific Gravity</i>
I_x	= Momen Inersia terhadap Sumbu X
I_y	= Momen Inersia terhadap Sumbu Y
K_0	= Koefisien Tekanan Diam
L	= Panjang Pondasi Telapak (m)
LL	= Batas Cair (%)
L_p	= Panjang Sumuran (m)
M_x	= Momen terhadap Sumbu X
M_y	= Momen terhadap Sumbu Y
n	= Porositas
N_c, N_q, N	= Faktor Kapasitas Dukung Terzaghi
P	= Beban (kN)
PI	= Indeks Plastisitas (%)
PL	= Batas Plastis (%)
q_u	= Kapasitas Dukung Ultimit Pondasi (kN/m^2)
q_{un}	= Kapasitas Dukung Ultimit <i>Netto</i> Pondasi (kN/m^2)
Q_b	= Tahanan Ujung Tiang (kN)
Q_s	= Tahanan Selimut Tiang (kN)
Q_u	= Daya Dukung Ultimit Pondasi (kN)
Q_{un}	= Daya Dukung Ultimit <i>Netto</i> Pondasi (kN)

commit to user

R_{inter}	= Faktor Reduksi <i>Interface</i>
R_{pile}	= Tahanan Pondasi Tiang (kN)
R_{raft}	= Tahanan Pondasi Raft (kN)
w	= Kadar Air Tanah (%)
W_b	= Berat Ujung Sumuran (Apabila Ada Pembesaran Ujung) (kN)
W_s	= Berat Tubuh Sumuran (kN)
	= Tegangan Tanah (kN/m ²)
	= Rasio Poisson
	= Sudut Gesek Dalam Efektif (°)
j	= Sudut Dilatasi (°)
γ_b	= Berat Volume Tanah Basah (kN/m ³)
γ_{beton}	= Berat Volume Beton (kN/m ³)
γ_{sat}	= Berat Volume Tanah Jenuh (kN/m ³)

