

**DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL
DENGAN MENGGUNAKAN MODEL UJI PADA
TANAH PASIR**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari Universitas
Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
ALBERTUS DWI CHRISTIAWAN
NPM : 08 02 12994



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, OKTOBER 2012**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL DENGAN
MENGUNAKAN MODEL UJI PADA TANAH PASIR**

Oleh :

ALBERTUS DWI CHRISTIAWAN

NPM : 08 02 12994

telah disetujui oleh Pembimbing
Yogyakarta, 15 OKTOBER 2012

Pembimbing

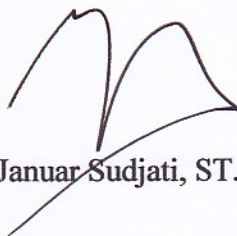
A large, stylized handwritten signature in blue ink, likely belonging to Sumiyati Gunawan, is written over a faint blue circular watermark. The watermark contains the Latin phrase "serviens in lumine veritatis" and a sunburst-like design.

(Sumiyati Gunawan, ST., MT.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua

A handwritten signature in black ink, likely belonging to J. Januar Sudjati, is written below the text for the Program Studi Teknik Sipil Ketua.

(J. Januar Sudjati, ST., MT.)

PENGESAHAN
Laporan Tugas Akhir

**DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL DENGAN
MENGUNAKAN MODEL UJI PADA TANAH PASIR**



Oleh :

ALBERTUS DWI CHRISTIAWAN

NPM : 08 02 12994

telah diuji dan disetujui oleh

Nama

Tanda tangan

Tanggal

Ketua : Sumiyati Gunawan, ST., MT.

Anggota : J. Tri Hatmoko Ir., MSc.

Anggota : Ir. Ch. Arief Sudibyo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL DENGAN MENGUNAKAN MODEL UJI PADA TANAH PASIR

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan saya akan mengembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 9 Oktober 2012

Yang membuat pernyataan



Albertus Dwi Christiawan

NPM : 08 02 12994

Log Book Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil FT-UAJY

Judul Tugas Akhir

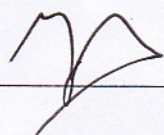
DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL DENGAN.....
MENGUNAKAN MODEL UJI PADA TANAH PASIR.....

Oleh:

Nama : ALBERTUS DWI CHRISTIAWAN

No. Mhs : 080212994



	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Sumiyati Gunawan, ST, MT		7 Maret 2012
Pembimbing II			
Ketua Program Studi	J. Janvar Sudjati, ST, MT.		15/10-12

KATA HANTAR

Puji syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan segala rahmat, bimbingan serta perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL UJI PADA TANAH PASIR”** disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui Laporan Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. J. Januar Sudjati, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Sumiyati Gunawan, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan penuh kesabaran.
4. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendidik dan mengajar penulis.
5. Keluarga tercinta Bapak, Ibu, dan kakakku Tika yang selalu memberi dukungan doa dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil UAJY angkatan 2008 yang telah memberi dukungan dan bantuan yang senantiasa diberikan kepada

penulis, khususnya teman-teman penelitian program peminatan studi Geotek antara lain victor, ino, deka, cukong, dan ryan. Terima kasih.

7. Teman-teman alumni UAJY yang telah bersedia berbagi dan memberi bantuan kepada penulis sehingga penulis dapat memiliki wawasan dan pengetahuan baru.
8. Seluruh teman-teman di Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu dalam penelitian ini. Terima kasih atas kebersamaannya.
9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun. Terima kasih.

Yogyakarta, 9 Oktober 2012

Albertus Dwi Christiawan

NPM : 08 02 12994

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Keaslian Tugas Akhir	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Lokasi Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Definisi Pondasi Tiang dan Beban Lateral	9
3.2 Efisiensi Tiang Pancang Kelompok	10
3.3 Daya Dukung Kelompok Tiang	12
3.4 Analisis Daya Dukung Tiang terhadap Beban Lateral	13
3.5 Tiang Pendek dan Tiang Panjang	14
3.6 Metode Analisis Brinch Hansen	16
3.7 Metode Analisis Brom	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	27
4.1 Penyiapan Tanah	27
4.2 Pengujian Pendahuluan	27
4.3 Peralatan	28
4.4 Model Uji	28
4.5 Pembebanan	29
4.6 Prosedur Pengujian	33
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	34
5.1 Hasil Pengujian pada Tiang Tunggal	34
5.2 Hasil Pengujian pada Kelompok Tiang	37
5.3 Analisis Tiang Tunggal	40

5.3.1 Karakteristik Tiang	40
5.3.2 Metode Analisis Brinch Hansen	44
5.3.2.1 Hitungan Tiang Tunggal dengan Metode Analisis Brinch Hansen	49
5.3.3 Metode Analisis Brom	55
5.3.3.1 Hitungan Tiang Tunggal dengan Metode Analisis Brom ..	56
5.4 Pengaruh Kekasaran Permukaan Dinding Tiang pada Tiang Tunggal dengan Metode Brinch Hansen dan Metode Brom ..	63
5.5 Analisis Kelompok Tiang	68
5.5.1 Efisiensi Kelompok Tiang	68
5.5.2 Daya Dukung Kelompok Tiang	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	73
6.1 Kesimpulan	73
6.1.1 Tiang Tunggal	73
6.1.2 Kelompok Tiang	74
6.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	xvi

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Hubungan antara n_h dengan tanah pasir	15
Tabel 3.2	Kriteria tiang	15
Tabel 5.1	Hasil uji antara beban (gram) dan perpindahan horisontal (δ) pada tiang tunggal	34
Tabel 5.2	Hasil uji antara beban (gram) dan perpindahan horisontal (δ) pada kelompok tiang	37
Tabel 5.3	Hubungan antara n_h dengan tanah pasir	41
Tabel 5.4	Hitungan mencari nilai rotasi titik x dengan metode Brinch Hansen	47
Tabel 5.5	Hitungan tiang tunggal halus dengan metode Brinch hansen ...	49
Tabel 5.6	Hitungan tiang tunggal sedang dengan metode Brinch hansen.	51
Tabel 5.7	Hitungan tiang tunggal kasar dengan metode Brinch hansen....	53
Tabel 5.8	Hitungan tiang tunggal halus dengan metode Brom	57
Tabel 5.9	Hitungan tiang tunggal sedang dengan metode Brom	59
Tabel 5.10	Hitungan tiang tunggal kasar dengan metode Brom	61
Tabel 5.11	Hasil analisis momen maksimum ($M_{\max}$) pada tiang tunggal dengan metode Brinch hansen dan metode Brom	63
Tabel 5.12	Hasil analisis letak kedalaman tiang (z) saat terjadi momen maksimum ($M_{\max}$) pada tiang tunggal dengan metode Brinch hansen dan metode Brom	63
Tabel 5.13	Hasil analisis kelompok tiang	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Mobilisasi tekanan yang digambarkan dalam bentuk diagram tegangan keruntuhan berupa gelembung (<i>bulb</i>) ...	11
Gambar 3.2	Metode Brinch hansen untuk mendapatkan tahanan lateral maksimum	16
Gambar 3.3	Hubungan K_q dan K_c terhadap $(\frac{z}{D})$	18
Gambar 3.4	Defleksi akibat beban lateral untuk pondasi tiang pendek dengan kondisi kepala tiang bebas pada tanah non kohesif	21
Gambar 3.5	Kapasitas beban lateral untuk pondasi tiang pendek pada tanah non kohesif	22
Gambar 3.6	Defleksi akibat beban lateral untuk pondasi tiang pendek dengan kondisi kepala tiang terjepit di tanah non kohesif	23
Gambar 3.7	Defleksi akibat beban lateral untuk pondasi tiang panjang dengan kondisi kepala tiang bebas pada tanah non kohesif	24
Gambar 3.8	Kapasitas beban lateral untuk pondasi tiang panjang pada tanah non kohesif	25
Gambar 3.9	Defleksi akibat beban lateral untuk pondasi tiang panjang dengan kondisi kepala tiang terjepit di tanah non kohesif	25
Gambar 4.1	Sistematis uji pembebanan lateral pada model uji pondasi tiang.....	31
Gambar 4.2	Konfigurasi model uji pondasi tiang (1 tiang dan 4 tiang), dengan nilai $S = 2D, 3D$, dan $4D$	32
Gambar 4.3	Bagan alir pengujian model uji pondasi tiang	33
Gambar 5.1	Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada tiang tunggal halus (no. 120)	35
Gambar 5.2	Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada tiang tunggal sedang (no. 100)	35
Gambar 5.3	Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada tiang tunggal kasar (no. 60)	36
Gambar 5.4	Perbandingan grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada tiang tunggal	36
Gambar 5.5	Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada kelompok tiang dengan jarak antar tiang $S = 2D$	38

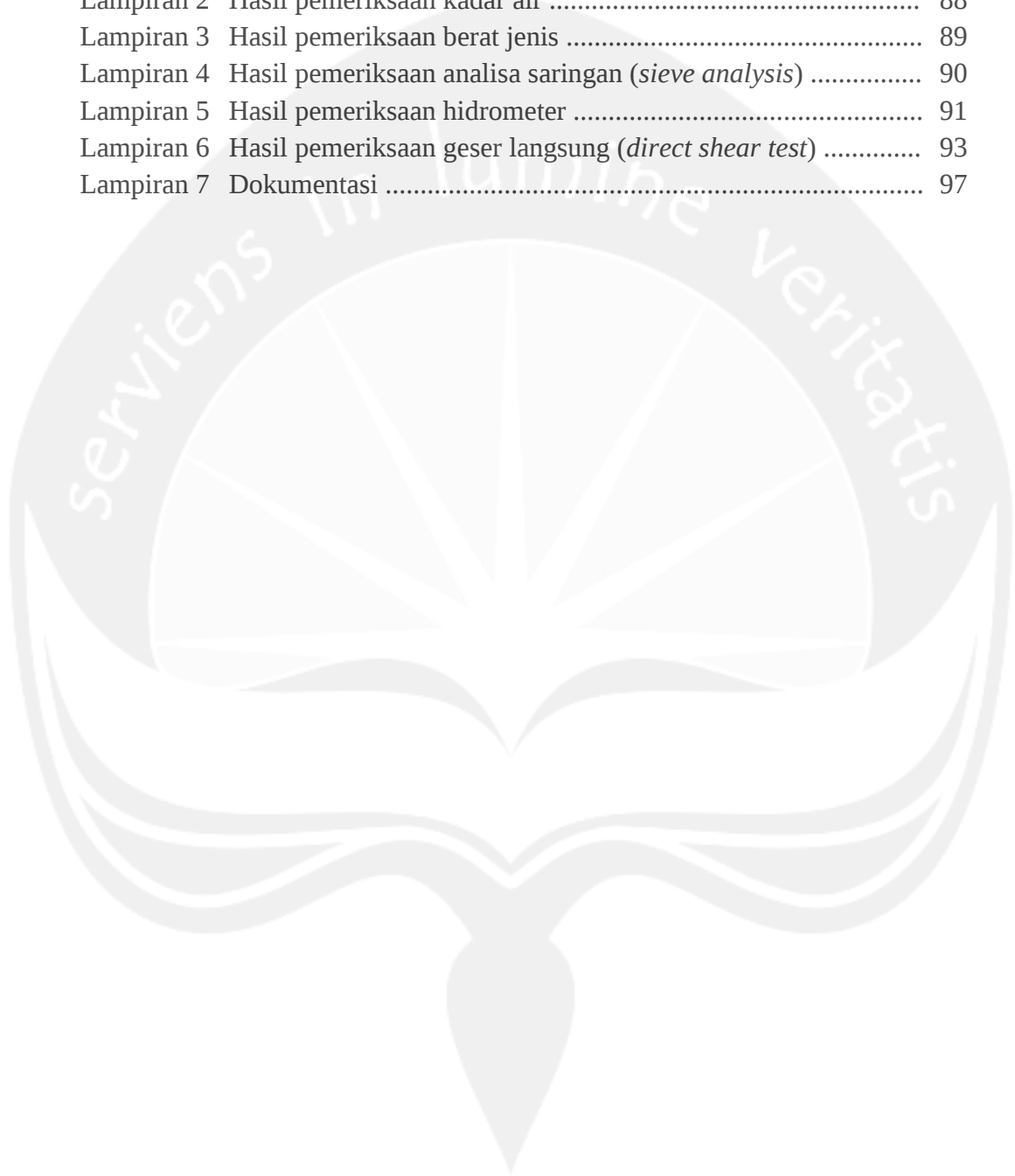
Gambar 5.6	Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada kelompok tiang dengan jarak antar tiang $S = 3D$	38
Gambar 5.7	Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada kelompok tiang dengan jarak antar tiang $S = 4D$	39
Gambar 5.8	Perbandingan Grafik hubungan antara beban dan perpindahan horisontal pada kelompok tiang	39
Gambar 5.9	Grafik letak kedalaman posisi rotasi titik x	48
Gambar 5.10	Grafik hubungan antara kedalaman dan gaya geser pada tiang tunggal halus dengan metode Brinch hansen	50
Gambar 5.11	Grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal halus dengan metode Brinch hansen	50
Gambar 5.12	Grafik hubungan antara kedalaman dan gaya geser pada tiang tunggal sedang dengan metode Brinch hansen	52
Gambar 5.13	Grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal sedang dengan metode Brinch hansen	52
Gambar 5.14	Grafik hubungan antara kedalaman dan gaya geser pada tiang tunggal kasar dengan metode Brinch hansen	54
Gambar 5.15	Grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal kasar dengan metode Brinch hansen	54
Gambar 5.16	Grafik hubungan antara kedalaman dan gaya geser pada tiang tunggal halus dengan metode Brom	58
Gambar 5.17	Grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal halus dengan metode Brom	58
Gambar 5.18	Grafik hubungan antara kedalaman dan gaya geser pada tiang tunggal sedang dengan metode Brom	60
Gambar 5.19	Grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal sedang dengan metode Brom	60
Gambar 5.20	Grafik hubungan antara kedalaman dan gaya geser pada tiang tunggal kasar dengan metode Brom	62
Gambar 5.21	Grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal kasar dengan metode Brom	62
Gambar 5.22	Perbandingan grafik hubungan antara kedalaman dan geser pada tiang tunggal halus	64
Gambar 5.23	Perbandingan grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal halus	64
Gambar 5.24	Perbandingan grafik hubungan antara kedalaman dan geser pada tiang tunggal sedang	65
Gambar 5.25	Perbandingan grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal sedang	65

Gambar 5.26	Perbandingan grafik hubungan antara kedalaman dan geser pada tiang tunggal kasar	66
Gambar 5.27	Perbandingan grafik hubungan antara kedalaman dan momen pada tiang tunggal kasar	66
Gambar 5.28	Perbandingan nilai efisiensi kelompok tiang terhadap jarak tiang	71
Gambar 5.29	Perbandingan nilai daya dukung kelompok tiang terhadap jarak tiang	72



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil pengamatan pengujian model tiang di laboratorium	77
Lampiran 2	Hasil pemeriksaan kadar air	88
Lampiran 3	Hasil pemeriksaan berat jenis	89
Lampiran 4	Hasil pemeriksaan analisa saringan (<i>sieve analysis</i>)	90
Lampiran 5	Hasil pemeriksaan hidrometer	91
Lampiran 6	Hasil pemeriksaan geser langsung (<i>direct shear test</i>)	93
Lampiran 7	Dokumentasi	97



DAFTAR NOTASI

E_f	Efisiensi kelompok tiang (%)
S	Jarak antar tiang (cm)
Q_{kelompok}	Daya dukung kelompok tiang (kN)
T	Kekakuan relatif pada tanah pasir (gram.cm)
EI	Kekakuan tiang (gram.cm ²)
E	Modulus elastisitas tiang (gram/cm ²)
I	Momen Inersia tiang (cm ⁴)
n_h	Modulus variasi (gram/cm ³)
k	Modulus tanah (gram/cm ²)
D_r	Kepadatan relatif
D	Diameter atau lebar tiang (cm)
x	Kedalaman (cm)
Q_g	Beban lateral (gram)
γ	Berat isi tanah (gram/cm ³)
D	Diameter tiang (cm)
L	Panjang tiang (cm)
K_p	Koefisien tekanan tanah pasif
e	Jarak beban lateral dari permukaan tanah (cm)
f	Jarak momen maksimum dari permukaan tanah (cm)
M_{max}	Momen maksimum (gram.cm)
P	Gaya lateral ultimit (gram)
M_{yield}	Momen Ultimit (gram.cm)
z	Kedalaman tiang (cm)
M	Bending momen di sepanjang tiang (gram.cm)
P_z	Tahanan ultimit tanah pada kedalaman tertentu (gram)
σ_v'	Tekanan overburden tanah (gram)
K_q	Koefisien tegangan pasif akibat sudut geser dalam
K_c	Koefisien tegangan pasif akibat kohesi
Z_f	Jarak muka tanah terhadap titik jepit sebenarnya (cm)
ϕ	Sudut geser dalam (derajat)
c	Kohesi tanah (gram/cm ²)

INTISARI

DAYA DUKUNG TIANG TERHADAP BEBAN LATERAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL UJI PADA TANAH PASIR, Albertus Dwi Christiawan, NPM 08 02 12994, tahun 2012, PPS Geo. Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada beberapa bangunan gedung tinggi dan bangunan seperti menara transmisi dan dermaga cenderung menerima beban lateral (horisontal) yang lebih besar dibandingkan beban vertikalnya. Hal ini dikarenakan menara transmisi cenderung sangat tinggi dan menerima beban angin yang lebih besar, sedangkan untuk beban mati pada struktur cenderung lebih kecil. Begitu juga pada struktur bangunan dermaga, dimana beban angin dan beban ombak lebih besar dibanding beban mati struktur. Pada penelitian ini akan terlihat bagaimana perilaku pondasi tiang ketika diberi beban lateral pada tanah pasir. Kemudian hasil pengamatan pengujian yang berupa nilai daya dukung tiang pada pondasi tiang dan kelompok tiang akan dibandingkan dengan teori-teori metode perhitungan yang sudah ada seperti metode Brinch hansen dan metode Brom.

Pada penelitian ini digunakan suatu model uji pondasi tiang yang berdiameter (D) 2 cm dan panjang pondasi tiang (L) 30 cm, dimana dibuat variasi kekasaran permukaan dinding tiang pada tiang tunggal, yaitu dengan menyelimuti permukaan dinding tiang menggunakan kertas amplas no. 120, no. 100, dan no. 60. Sedangkan pada pondasi kelompok tiang menggunakan variasi jarak antar tiang (S) yaitu 2D, 3D, dan 4D dengan jumlah tiang (n) dalam kelompok adalah 4 tiang.

Pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh kekasaran tiang pada pondasi tiang tunggal sangat berpengaruh. Dari data pengujian diperoleh pada tiang halus memiliki daya dukung tiang paling kecil dengan nilai beban 22500 gram, sedangkan pada tiang kasar memiliki daya dukung tiang paling besar dengan nilai beban 33000 gram. Hal yang sama juga didapat dengan menggunakan analisis dengan metode Brinch hansen dan Brom yang menghitung momen maksimum (M_{max}) yang terjadi pada tiang, dimana metode analisis Brinch hansen didapat nilai momen maksimum (M_{max}) untuk tiang halus, sedang, dan kasar berturut-turut adalah 196,87812 kg.cm, 220,27028 kg.cm, dan 381,71719 kg.cm. Dan untuk metode analisis Brom didapat nilai momen maksimum adalah 316,837233 kg.cm, 345,337233 kg.cm, dan 529,100373 kg.cm. Sedangkan untuk kelompok tiang, jika jarak antar tiang (s) pada kelompok tiang semakin besar, maka nilai daya dukung kelompok tiang juga meningkat. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang menunjukan bahwa beban untuk jarak antar tiang (S) = 2D, 3D, dan 4D berturut-turut adalah 19500 gram, 47500 gram, dan 58000 gram pada perpindahan horisontal sebesar 2 mm. Dan dari hasil analisis kelompok tiang didapat nilai daya dukung kelompok tiang untuk jarak antar tiang (S) = 2D, 3D, dan 4D berturut-turut adalah 0,6343497 kN; 0,7156503 kN, dan 0,7596378 kN. Selain itu pada penelitian ini, kelompok tiang dengan jarak antar tiang (S) = 4D memiliki nilai efisiensi kelompok tiang yang baik dengan nilai efisiensi kelompok tiang adalah 84,40 %.

Kata kunci: pondasi tiang tunggal, pondasi tiang kelompok, daya dukung beban lateral.

DAFTAR PUSTAKA

- I Wayan Redana., 2010, Teknik Pondasi, Udayana University Press, Denpasar.
- Noel Simons and Bruce Menzies., 2000, a Short Course in Foundation Engineering, 2nd Edition, Intervarsity Bookstore, Bandung.
- Hardiyatmo, H.C., 2001, Teknik Fondasi II, Edisi ke-1, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ilyas Tommy and Soepandji Budi., 2004, Kinerja grup tiang yang menerima beban lateral di lapisan lempung: studi model centrifuge, *Journal ASCE Geotechnical and Geoenvironment Engineering*, Maret 2004.
- Wartono., 2004, Studi pembebanan lateral model tiang pancang tunggal ujung bebas (free-end pile) dengan variasi panjang dan diameter pada tanah non kohesif (pasir), *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta*.