

PENGARUH PERKUATAN *GEOGRID* TERHADAP DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TELAPAK PADA TANAH PASIR

Fauzi Arif Firmantoro
1421079

Pembimbing: Dr. Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.

ABSTRAK

Seiring perkembangan jaman, banyak teknologi telah berkembang dengan pesat, banyak konstruksi yang dibangun dengan beban besar, akan tetapi daya dukung tanah untuk memikul beban tidak memadai dan penurunannya pun melewati batas izin yang diizinkan. Desain fondasi telapak dengan menggunakan perkuatan (*geogrid*) ini dilakukan sebagai salah satu solusi masalah kapasitas daya dukung tanah butir kasar, sehingga mampu memikul beban lebih besar dibandingkan fondasi tanpa perkuatan.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penggunaan *geogrid* terhadap daya dukung dan penurunan fondasi telapak menerus pada tanah pasir. Analisis yang dilakukan dengan menghitung daya dukung fondasi tanpa dan dengan perkuatan, menghitung penurunan fondasi tanpa dan dengan perkuatan, menghitung panjang minimum perkuatan yang dibutuhkan, membandingkan nilai daya dukung fondasi tanpa dan dengan perkuatan, membandingkan besar penurunan fondasi tanpa dan dengan perkuatan. Perkuatan digunakan 1 dan 2 lapis dibawah fondasi, lapis 1 berjarak 0,5m dari dasar fondasi dan lapis 2 berjarak 0,5m dari perkuatan lapis pertama. Perkuatan menggunakan 2 jenis yang berbeda yaitu TT 045 SAMP dan TT 060 SAMP. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah persamaan yang sudah ada di literatur dan dibantu dengan menggunakan perangkat lunak *Plaxis* 2D.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa panjang perkuatan minimum pada lapis 1 sebesar 3,75m dan untuk lapis 2 sebesar 5,25m yang kemudian dimodelkan pada perangkat lunak *Plaxis* dan panjang kedua lapis perkuatan tersebut dibulatkan menjadi 6m. Fondasi tanpa perkuatan menghasilkan daya dukung sebesar 192,208kN/m² dan penurunan sebesar 38,29mm, sedangkan fondasi dengan perkuatan menghasilkan daya dukung terbesar sebesar 212,399kN/m² dan penurunan terkecil sebesar 36,91mm. Penggunaan *geogrid* meningkatkan daya dukung $\pm 10\%$, namun tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan fondasi yang hanya meningkatkan $\pm 4\%$.

Kata kunci: fondasi telapak, perkuatan (*geogrid*), tanah berbutir kasar, daya dukung, penurunan

INFLUENCE OF GEOGRID REINFORCEMENT AGAINST BEARING CAPACITY AND SETTLEMENT OF PALM FOUNDATION ON SAND SOIL

Fauzi Arif Firmantoro
1421079

Supervisor: Dr. Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.

ABSTRACT

Along with the development of the era, many constructions are built with large loads but the bearing capacity of the soil to carry the burden is inadequate and its decline also exceeds the permissible permits. The design of the palm foundation using the reinforcement (geogrid) is done as one of the problem solving capacity of soil grain soil capacity, so as to bear a greater load than the foundation without reinforcement.

This study aims to evaluate the effect of geogrid use on the carrying capacity and decrease of palm foundation on sand soil. The analysis performed by calculating the bearing capacity of the foundation without and with retrofitting, calculate the decline of the foundation without and by retrofitting, calculate the required minimum retention length, compare the bearing capacity of the foundation without and with the reinforcement, compare the decrease of the foundation without and with the reinforcement. Retrofitting is used 1 and 2 layers under the foundation, layer 1 is 0.5m from the foundation base and layer 2 is 0.5m from the first layer reinforcement. Retrofitting uses 2 different types of TT 045 SAMP and TT 060 SAMP. The method used in this study is the equations that already exist in the literature and assisted by using 2D Plaxis software.

The results of this study show that the minimum reinforcement length in layer 1 is 3.75m and for layer 2 of 5.25m which is then modeled on Plaxis software and the length of the two layers of reinforcement is initiated to 6m. The reinforcing foundation yielded a bearing capacity of 192,208kN/m² and settlement of 38,29mm, while the foundation with reinforcement produced the largest bearing capacity of 212,399kN/m² and the smallest settlement of 36,91mm. Using geogrid increases the bearing capacity of $\pm 10\%$, but does not significantly affect for the settlement of foundation which only increases $\pm 4\%$.

Keywords: *palm foundation, reinforcement (geogrid), coarse sand soil, bearing capacity, settlement*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR	4
2.1 Bangunan	4
2.2 Tanah	4
2.2.1 Tanah Pasir	4
2.2.2 Karakteristik Tanah Pasir	5
2.3 Fondasi	5
2.3.1 Fondasi pada Tanah Pasir	5
2.3.2 Tipe-tipe Keruntuhan Fondasi	6
2.3.3 Tipe Keruntuhan Fondasi Dengan Perkuatan	8
2.4 Perbaikan Tanah	10
2.5 Definisi Perkuatan <i>Geogrid</i>	10
2.6 Analisis Daya Dukung Meyerhof	11
2.7 Perencanaan Fondasi Tanpa Perkuatan	16
2.7.1 Daya Dukung Izin	16
2.7.2 Penurunan (<i>Settlement</i>)	17
2.7.3 Kedalaman Fondasi	18
2.7.4 Dimensi Fondasi	19
2.8 Perencanaan Fondasi Dengan Perkuatan	20
2.8.1 Gaya Induksi Dalam Ikatan Perkuatan	22
2.8.2 Faktor Keamanan Ikatan Perkuatan Terhadap Pemecahan dan Penarikan	26
2.8.3 Penurunan Elastis Berdasarkan Teori Elastisitas	28
2.8.4 Desain Perkuatan Fondasi	30
2.9 Parameter Tanah	32
2.9.1 Kohesi	32
2.9.2 Sudut Geser Dalam	32

2.9.3 Modulus Young	33
2.9.4 Berat Volume Tanah	34
2.9.5 <i>Poissons Ratio</i>	34
2.9.6 Koefisien Rembesan (k_x dan k_y)	34
2.10 Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>	35
2.10.1 <i>Icon-icon</i> pada Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>	35
2.10.2 Basis Data dengan Kumpulan Data Material	37
2.10.3 Penyusunan Jaringan Elemen	39
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Diagram Alir Penelitian	40
3.2 Pengumpulan dan Penentuan Data	42
3.2.1 Data Tanah Pasir	42
3.2.2 Data Fondasi Telapak	42
3.2.3 Data Perkuatan (<i>Geogrid</i>)	43
3.2.4 Data Beban	45
3.3 Langkah-langkah Pemodelan dengan Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>	46
3.3.1 <i>Plaxis Input</i>	46
3.3.2 <i>Plaxis Calculation</i>	55
3.3.3 <i>Plaxis Output</i>	58
BAB IV ANALISIS DATA	60
4.1 Langkah-langkah Perhitungan Daya Dukung dan Penurunan Menggunakan <i>Plaxis 2D</i>	60
4.2 Analisis Desain Perkuatan Fondasi	60
4.3 Analisis Daya Dukung dan Penurunan Menggunakan <i>Plaxis 2D</i>	66
4.3.1 Hasil <i>Output</i> Penurunan Fondasi	66
4.3.2 Hasil <i>Output</i> Daya Dukung Fondasi	69
4.4 Rekapitulasi Hasil Penurunan dan Daya Dukung	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Keruntuhan Geser Umum	7
Gambar 2.2 Keruntuhan Geser Lokal	7
Gambar 2.3 Keruntuhan Penetrasi	8
Gambar 2.4 Bentuk-bentuk Keruntuhan	9
Gambar 2.5 Jenis-jenis <i>Geogrid</i>	11
Gambar 2.6 Keruntuhan Kapasitas Dukung Analisis Meyerhof	12
Gambar 2.7 Faktor-faktor Kapasitas Dukung Meyerhof	13
Gambar 2.8 (a) Penggantian Tanah Dasar dengan Beton Tak Bertulang (b) Penggantian Tanah Dasar dengan Campuran Pasir dan Kerikil, (c) Perbedaan Elevasi Antara 2 Fondasi Berdekatan Agar Tidak Terjadi Tumpang Tindih Tekanan	18
Gambar 2.9 Mekanisme Keruntuhan di Bawah Fondasi Didukung oleh Perkuatan Tanah	21
Gambar 2.10 Hubungan Antara Beban Per Satuan Luas dan Daerah untuk Penempatan Fondasi yang Diperkuat dan Tidak Diperkuat	22
Gambar 2.11 (a) Fondasi Tanpa Perkuatan Tanah (b) Fondasi Dengan Perkuatan Tanah (1 Lapis) (c) Fondasi Dengan Perkuatan Tanah (N Lapis)	23
Gambar 2.12 Variasi A1, A2, dan A3 Terhadap z/B	26
Gambar 2.13 Penurunan dari Persamaan 2.30	27
Gambar 2.14 Variasi Lo/B Terhadap z/B	28
Gambar 2.15 Penurunan Elastis pada Fondasi Dangkal	29
Gambar 2.16 Penurunan Elastis untuk Fondasi Fleksibel dan <i>Rigid</i>	30
Gambar 2.17 Nilai, α , α_{av} , dan α_r	30
Gambar 2.18 Jendela Kumpulan Material yang Menunjukkan Basis Data Proyek Global	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 3.2 Potongan Melintang Fondasi Telapak	42
Gambar 3.3 Potongan Melintang Fondasi Telapak dengan 1 Lapis <i>Geogrid</i>	44
Gambar 3.4 Potongan Melintang Fondasi Telapak dengan 2 Lapis <i>Geogrid</i>	44
Gambar 3.5 (a) <i>Tribute Area</i> Pembebanan (b) Beban yang Diterima Fondasi	45
Gambar 3.6 Kotak Dialog <i>Create/Open Project</i>	46
Gambar 3.7 <i>General Settings-Project</i>	47
Gambar 3.8 <i>General Settings-Dimensions</i>	47
Gambar 3.9 Pemodelan <i>Layer</i> Tanpa <i>Geogrid</i>	48
Gambar 3.10 Pemodelan <i>Layer</i> untuk 1 Lapis <i>Geogrid</i>	48
Gambar 3.11 Pemodelan <i>Layer</i> untuk 2 Lapis <i>Geogrid</i>	48
Gambar 3.12 <i>Standard Fixities</i>	49
Gambar 3.13 <i>Material Data Sets</i>	49
Gambar 3.14 Tampilan <i>Material Sets</i> -Tanah	50
Gambar 3.15 Tampilan <i>Material Sets</i> -Fondasi	51
Gambar 3.16 <i>Input Geogrid Properties</i> Tipe TT045	52
Gambar 3.17 <i>Input Geogrid Properties</i> Tipe TT060	52
Gambar 3.18 Hasil <i>Input Material</i> pada Bidang Gambar	53
Gambar 3.19 Hasil <i>Input Beban Terpusat</i>	53

Gambar 3.20 Tampilan <i>Generate Mesh</i>	54
Gambar 3.21 <i>Toolbar Initial Conditions</i>	54
Gambar 3.22 Tampilan Nilai K_0	54
Gambar 3.23 Tampilan <i>Effective Stresses</i>	55
Gambar 3.24 (a) <i>General Tab</i> (b) <i>Parameter Tab</i> (c) <i>Multipliers Tab</i>	55
Gambar 3.25 (a) Sebelum <i>Geogrid</i> diaktifkan (b) Sesudah <i>Geogrid</i> Diaktifkan	57
Gambar 3.26 Titik Tinjau	57
Gambar 3.27 Hasil Perhitungan	58
Gambar 3.28 Hasil <i>Output</i> Penurunan	58
Gambar 3.29 <i>Curve Generation</i>	59
Gambar 3.30 <i>Output Curves</i>	59
Gambar 4.1 Nilai A_1 , A_2 , dan A_3	63
Gambar 4.2 Nilai L_0/B	64
Gambar 4.3 Nilai X_0/B	64
Gambar 4.4 Hasil Penurunan Tanpa <i>Geogrid</i>	66
Gambar 4.5 Hasil Penurunan dengan 1 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 045 SAMP)	67
Gambar 4.6 Hasil Penurunan dengan 2 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 045 SAMP)	67
Gambar 4.7 Hasil Penurunan dengan 1 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 060 SAMP)	68
Gambar 4.8 Hasil Penurunan dengan 2 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 060 SAMP)	69
Gambar 4.9 <i>Curve Generation</i> pada Titik A	69
Gambar 4.10 <i>Output Curves Plaxis</i> Tanpa <i>Geogrid</i>	70
Gambar 4.11 <i>Output Curves Plaxis</i> dengan 1 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 045 SAMP)	71
Gambar 4.12 <i>Output Curves Plaxis</i> dengan 2 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 045 SAMP)	71
Gambar 4.13 <i>Output Curves Plaxis</i> dengan 1 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 060 SAMP)	72
Gambar 4.14 <i>Output Curves Plaxis</i> dengan 2 Lapis <i>Geogrid</i> (TT 060 SAMP)	73
Gambar 4.15 Diagram Penurunan	74
Gambar 4.16 Diagram Daya Dukung	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor-faktor Kapasitas Dukung Meyerhof (1963), Hansen (1961) dan Vesic (1973)	14
Tabel 2.1 Faktor-faktor Kapasitas Dukung Meyerhof (1963), Hansen (1961) dan Vesic (1973) (lanjutan)	15
Tabel 2.2 Faktor Bentuk Fondasi	16
Tabel 2.3 Faktor Kedalaman Fondasi	16
Tabel 2.4 Faktor Kemiringan Beban	16
Tabel 2.5 Hubungan Antara Kepadatan, <i>Relative Density</i> , N-SPT, qc, Ø	33
Tabel 2.6 Modulus Young	33
Tabel 2.7 Berat Volume Tanah	34
Tabel 2.8 Koefisien <i>Poisson Ratio</i>	34
Tabel 2.9 Koefisien Rembesan	34
Tabel 3.1 Data Tanah Pasir	42
Tabel 3.2 Karakteristik Dimensi <i>Geogrid</i>	43
Tabel 3.3 Karakteristik Teknis <i>Geogrid</i>	43
Tabel 3.4 Beban yang Digunakan Menurut SNI	45
Tabel 4.1 Asumsi Data Tanah untuk Desain Perkuatan	61
Tabel 4.2 Asumsi Data Fondasi untuk Desain Perkuatan	61
Tabel 4.3 Variasi Nilai A1, A2, dan A3 Pengaruh dari Nilai z/B	63
Tabel 4.4 Gaya-gaya yang Bekerja pada Perkuatan di Setiap Lapisan	63
Tabel 4.5 Resistensi Perkuatan Akibat Gesekan	65
Tabel 4.6 Panjang Minimum Perkuatan pada Tiap Kedalaman	65
Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Desain Perkuatan Fondasi	65
Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan Penurunan dan Daya Dukung	74

DAFTAR NOTASI

A	Luas fondasi
B	Lebar fondasi
b	Setengah lebar fondasi
c	Kohesi
D_f	Kedalaman fondasi
d	Jarak antar lapis perkuatan
d_c, d_q, d_γ	Faktor kedalaman fondasi
E	Modulus elastisitas
FS_{bc}	Faktor keamanan daya dukung fondasi
FS_b	Faktor keamanan terhadap <i>breaking</i>
FS_p	Faktor keamanan terhadap <i>pullout</i>
f_y	Kuat tarik material perkuatan
H	Tebal lapisan tanah
i_c, i_q, i_γ	Faktor kemiringan
k	Koefisien rembesan
L	Panjang fondasi
LDR	<i>Linear density ratio</i>
N_c, N_q, N_γ	Faktor daya dukung bergantung pada sudut geser dalam
P	Tekanan
q	Tekanan <i>overburden</i> pada dasar fondasi
q_u	Kapasitas dukung ultimit
q_R	Beban per satuan luas fondasi
Se	Penurunan elastis
S_t	Besar penurunan yang diizinkan dari fondasi
t	Ketebalan tiap lapisan
$\emptyset$	Sudut geser dalam tanah
$\emptyset_\mu$	Sudut geser dalam perkuatan
μ_s	<i>Poissons ratio</i>
γ	Volume tanah
γ_d	Volume tanah kering
γ_{sat}	Volume tanah jenuh
$\Delta p_x, \Delta p_y, \Delta p_z$	Peningkatan tekanan karena beban fondasi yang diterapkan bersih dalam arah x, y, dan z
ψ	Sudut dilatasi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Brosur <i>Geogrid</i> PT. Teknindo Geosistem Unggul	78
Lampiran L.2 Tampilan <i>Total Displacement-Shading</i>	79
Lampiran L.3 Analisis <i>Plaxis</i> Dengan Memperhitungkan Galian	82

