

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN PERKUATAN ANYAMAN BAMBUN DAN GRID BAMBUN DENGAN BANTUAN PROGRAM *PLAXIS*

Medio Agustian Nusantara

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Kampus Indralaya Ogan Ilir

E-mail: agustianmedio@yahoo.co.id

ABSTRAK

Berbagai metode perbaikan tanah dewasa ini telah banyak dikembangkan, salah satunya dengan perkuatan tanah sebagai alternative pemecahan masalah terhadap penurunan dan daya dukung tanah yang rendah, namun banyak yang menggunakan bahan dari geosintetik yang dari segi biaya tentu lebih tinggi. Salah satu alternatif yang diberikan pada pemodelan ini yaitu grid bambu dan anyaman bambu sebagai pengganti geosintetik untuk bahan perkuatan pondasi dangkal pada tanah lempung. Tujuan dari pemodelan ini untuk mengetahui nilai daya dukung tanah dan BCR dengan perkuatan grid bambu dan anyaman bambu. Pemodelan pondasi dangkal dilakukan dengan menggunakan bantuan program Plaxis versi 8.2. Parameter yang diteliti adalah pengaruh variasi jarak dan jumlah lapis perkuatan dengan menggunakan lebar perkuatan yang sama terhadap nilai daya dukung tanah dengan melihat dari grafik hubungan penurunan dan beban hasil output program Plaxis. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa penambahan jumlah 3 lapis perkuatan pada variasi jarak perkuatan dari dasar pondasi 0,25 B memberikan daya dukung tanah tertinggi yaitu sebesar 409,537 kPa. Dari pemodelan ini dapat diketahui bahwa semakin dekat jarak perkuatan dari dasar pondasi maka daya dukung tanah juga akan semakin besar.

Kata kunci : Tanah Lempung, anyaman-grid bambu, daya dukung tanah, Plaxis.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan penduduk dewasa ini serta pelaksanaan konstruksi yang semakin banyak dilakukan memaksa pemilihan lokasi dengan kondisi tanah yang kurang baik seperti tanah lempung harus tetap dilakukan.

Sebelum melakukan pembangunan perlu adanya perencanaan pondasi dengan mempertimbangkan kondisi tanah. Tanah yang berada di bawah suatu konstruksi harus dapat memikul beban yang ada di atasnya tanpa mengalami kegagalan geser (*shear failure*) dan dengan penurunan (*settlement*) yang dapat ditolerir. Jenis tanah lempung (*clay*) memiliki beberapa sifat yang kurang menguntungkan bagi suatu konstruksi. Tanah lempung memiliki tegangan geser dan permeabilitas yang rendah oleh karena itu tanah tersebut harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai landasan konstruksi agar memperoleh daya dukung yang lebih baik.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap daya dukung pondasi dangkal di atas tanah lempung (*clay*) dengan perkuatan anyaman bambu dan

grid bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung pondasi pada tanah tanpa perkuatan dan tanah dengan beberapa lapis perkuatan dengan pemodelan menggunakan program. Penggunaan bahan perkuatan dengan anyaman bambu dan grid bambu adalah alternatif pengganti perkuatan dengan menggunakan *geotextile* yang umum digunakan sebagai bahan perkuatan agar lebih ekonomis dan mudah di dapat.

Perbandingan antara daya dukung pondasi dan penurunan tanah dengan pemodelan skala laboratorium dengan pemodelan dengan bantuan program memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. Salah satu keunggulan dari pemodelan dengan bantuan program yaitu dapat melakukan pemodelan dengan menggunakan banyak variasi perkuatan dan jumlah lapis perkuatan dalam waktu yang relatif singkat tanpa harus dibatasi oleh faktor biaya.

Penggunaan program aplikasi dengan bantuan komputer diharapkan dapat membantu dalam

merencanakan dan mendisain konstruksi bangunan. Untuk itu, penggunaan aplikasi program komputer digunakan untuk membantu kecepatan pengerjaan perhitungan serta membantu dalam menentukan disain yang tepat guna. Aplikasi komputer yang digunakan pada pemodelan ini adalah Program *Plaxis versi 8.2*.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari pemodelan ini yaitu:

1. Mengetahui besarnya daya dukung pondasi dangkal yang berada pada tanah lempung yang diberi perkuatan dengan berbagai variasi jarak perkuatan dan jumlah lapisan perkuatan dengan bantuan program *Plaxis versi 8.2*.
2. Mengetahui variasi perkuatan yang paling optimum melalui pemodelan menggunakan program *Plaxis versi 8.2*.
3. Mengetahui nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) dari masing-masing variasi perkuatan.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Tanah

Tanah di alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran – butiran dengan mudah dipisah – pisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat – sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur – unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo, 2011).

2.2. Pondasi Dangkal

Secara umum pondasi merupakan struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang memiliki fungsi sebagai pemikul beban bangunan yang berada di atasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar yang bekerja seperti: gempa bumi, tekanan angin, dan lain-lain tanpa harus mengalami penurunan yang melebihi batas yang diijinkan.

Terdapat dua macam pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal digunakan bila bangunan yang berada di atasnya tidak terlalu besar, biasanya pondasi dangkal digunakan untuk rumah sederhana namun pondasi dangkal juga dapat dipakai

untuk bangunan umum lainnya asalkan berada di atas tanah yang keras dengan daya dukung tanah yang baik.

2.3. Daya Dukung Tanah Lempung

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan (Najoan, 20020). Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas-batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisis penurunan harus dilakukan karena umumnya bangunan peka terhadap penurunan yang berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan.

2.4. Teori Perhitungan Daya Dukung Analisa Terzaghi

Apabila untuk pondasi tidak menerus, persamaan berikut dapat digunakan.

Dengan bentuk pondasi bujur sangkar

$$q_u = 1,3 c N_c + P_o N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(1)$$

Dengan bentuk pondasi lingkaran

$$q_u = 1,3 c N_c + P_o N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(2)$$

Dengan bentuk pondasi persegi panjang

$$q_u = c N_c (1+0,3B/L) + P_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \dots\dots(3)$$

dimana :

- q_u = daya dukung ultimit
- c = kohesi tanah
- γ = berat volume tanah yang dipertimbangkan terhadap posisi muka air tanah (kN/m^3)
- N_c, N_q, N_γ = fungsi yang tergantung dari sudut geser dalam, dan merupakan koefisien-koefisien daya dukung
- D_f = kedalaman pondasi yang tertanam didalam tanah (m)
- P_o = $\gamma \cdot f \cdot D$ = tekanan *overbuden* pada dasar pondasi (kN/m^2)
- B = Lebar atau diameter pondasi (m)
- L = panjang pondasi (m)

2.5. Bambu

Menurut Siopongco dan Munandar (1987) bambu adalah tanaman yang termasuk *Bamboodiae*, salah satu anggota sub familia rumput, yang pertumbuhannya sangat cepat.

Apabila dibandingkan dengan baja yang mempunyai berat jenis antara 6.0 – 8.0 (Sementara BJ bambu 0.6 – 0.8), kuat tarik (*Tensile Strength*) baja hanya sebesar 2.3 – 3.0 lebih besar dibandingkan dengan kekuatan tarik bambu. Dengan demikian bambu mempunyai kekuatan tarik per unit berat jenisnya sebesar 3 - 4 kali lebih besar dibandingkan dengan baja. (Morisco, 1999)

2.6. Metode Elemen Hingga

Banyak program komputer yang menggunakan metode ini, sehingga dalam menggunakannya perlu memahami konsep dasar, struktur, sistem operasi program itu. Program Plaxis menggunakan konsep metode elemen hingga.

Metode elemen hingga didasari prinsip membagi atau diskretisasi dari suatu kontinum, di mana kontinum tersebut dapat berupa sistem struktur, massa ataupun benda padat lainnya yang akan dianalisis. Pembagian dalam metode ini untuk membagi suatu benda menjadi elemen yang lebih kecil, sehingga mudah untuk dianalisis. Dengan adanya pembagian tersebut maka suatu sistem yang memiliki derajat kebebasan tak terhingga dapat didekati menjadi suatu sistem yang memiliki derajat kebebasan berhingga.

2.7. Program Plaxis

Untuk memodelkan dan menghitung penurunan serta daya dukung pondasi dangkal dalam penelitian ini digunakan program *Plaxis* versi 8.2 yang sudah dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan permodelan elemen hingga.

Program *Plaxis* mempunyai banyak kemampuan menganalisa seperti: kestabilan konstruksi, faktor keamanan, deformasi, analisa konstruksi. Yang digunakan dalam aplikasi konstruksi timbunan, dinding penahan tanah dan terowongan.

III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu pengujian sampel tanah yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Unsri kemudian dan pengujian kuat tarik bahan perkuatan grid bambu dan anyaman bambu kemudian dilanjutkan dengan pemodelan dengan bantuan program *Plaxis* versi 8.2.

3.1. Rancangan Model Melalui Program *Plaxis* versi 8.2

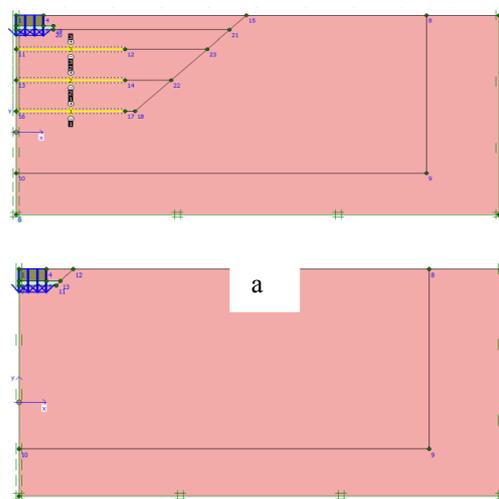
Setelah data primer hasil pengujian di laboratorium dan data sekunder telah terkumpul, maka selanjutnya yaitu melakukan pemodelan dengan menggunakan bantuan program komputer berbasis elemen hingga yaitu *Plaxis* versi 8.2.

Pemodelan dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu memasukkan dimensi pondasi, data parameter tanah dan bahan perkuatan berupa grid dan anyaman bambu hasil uji laboratorium yang dilakukan sebelumnya.

Selanjutnya dilakukan pemodelan pada variasi jarak antar dasar pondasi dan perkuatan (d/B) serta variasi jumlah lapisan perkuatan. d melambangkan jarak antar dasar pondasi dan perkuatan sedangkan B melambangkan lebar pondasi.

Untuk parameter d/B dalam pemodelan ini menggunakan 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 0,9; 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa d adalah 0,25B; 0,3B; 0,4B; 0,5B; 0,6B; 0,7B; 0,75B; 0,8B; 0,9B; 1B. Dilakukan tahapan pemodelan dari 1 lapisan perkuatan. Selanjutnya dilakukan pemodelan dengan variasi jumlah lapisan perkuatan 2 dan 3 lapisan perkuatan pada setiap sampel. Jarak antar lapisan perkuatan di ambil dari ketentuan $\leq 0,67B$ (Mark Hwayne, Jie Han, dan Ken Akins 1998). Variasi jarak dan jumlah lapisan akan dilakukan untuk setiap model sehingga jumlah model yang akan dibuat pada program *Plaxis* sebanyak 31 model.

Berikut model dari pondasi dengan menggunakan variasi perkuatan 0,25 B tiga lapis.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar.1. a) Pondasi dengan Tiga Lapis Perkuatan
b) Pondasi Tanna Perkuatan

3.2. Analisa Hasil

Dari pemodelan yang dilakukan didapat data daya dukung pondasi dangkal (Q_u) pada tanah lempung lunak tanpa perkuatan dan daya dukung tanah dengan beberapa lapis perkuatan. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak perkuatan terhadap dasar pondasi dan variasi jumlah lapisan perkuatan. Sehingga jumlah pemodelan yang dibuat sebanyak 31 model dan dari model yang dibuat tersebut akan dilakukan perbandingan dalam hal daya dukung tanah terhadap penurunan tanah.

Adapun hasil yang akan didapat dari hasil pemodelan antara lain :

1. Daya dukung tanah tanpa perkuatan dan dengan perkuatan pada tanah lempung.
2. Membuat grafik hubungan antara penurunan dan penambahan beban pada setiap pemodelan sehingga akan didapat daya dukung dari masing-masing pemodelan.
3. Mencari nilai BCR (*Bearing Capacity Ratio*) pada masing – masing pemodelan.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Parameter Tanah dan Bahan Perkuatan

Pengujian parameter tanah dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah yang akan digunakan untuk melakukan pemodelan. Sedangkan pengujian bahan perkuatan dilakukan untuk mengetahui nilai kuat lentur dari bahan perkuatan yang digunakan dalam hal ini yaitu grid dan anyaman bambu. Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan parameter tanah yaitu dengan pengujian Triaxial. Sedangkan pengujian parameter bahan perkuatan yang dilakukan yaitu pengujian kuat lentur.

1) Tanah Lempung

Parameter tanah lempung yang berasal dari daerah KM 18 Kecamatan Alang-alang yang dihasilkan melalui pengujian laboratorium dan pendekatan ilmiah digunakan sebagai input data pada program *Plaxis*.

Tabel 1. Parameter Tanah Lempung

Parameter Tanah	Nilai
Kohesi (c)	25 kN/m ²
Sudut geser (ϕ)	8,42 °
Berat isi (γ)	19,75 kN/m ³
Modulus Elastisitas (E)	2500 kN/m ²
Angka Poisson (ν)	0.35
Permeabilitas (k_x, k_y)	$2,64 \cdot 10^{-5}$ m
<i>Material Model</i>	<i>Mohr-Coulomb</i>
<i>Material Type</i>	<i>UnDrained</i>

Sumber : Dokumen Penulis

Pengujian Triaxial (ASTM D 2850 – 70) yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah jurusan Teknik Sipil Unsri menggunakan 3 sampel tanah yang dicetak dengan cetakan silinder dengan volume 76,521 cm³, diameter 3,73 cm, tinggi 7 cm dan berat 100,93 gr. Dari jumlah sampel pengujian triaxial sebanyak 3 sampel dan nilai berat isi tanah (γ) 19,75 kN/m³ di dapat nilai kohesi (c) sebesar 25 kN/m² dan sudut geser (ϕ) sebesar 8,42°.

2) Pasir

Pasir yang digunakan pada pemodelan berfungsi sebagai landasan atau lantai kerja dari pondasi. Adapun parameter pasir yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Parameter Pasir

Parameter Tanah	Nilai
Kohesi (c)	5 kN/m ²
Sudut geser (ϕ)	30 °
Berat isi (γ)	20 kN/m ³
Modulus Elastisitas (E)	10.000 kN/m ²
Angka Poisson (ν)	0.3
Permeabilitas (k_x, k_y)	0,864 m
<i>Material Model</i>	<i>Mohr-Coulomb</i>
<i>Material Type</i>	<i>Drained</i>

Sumber : Dokumen Penulis

3) Pondasi

Pondasi yang digunakan dalam pemodelan ini memiliki dimensi panjang 1 meter, lebar 1 meter, dan ketebalan 0,25 meter. Karena jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi dangkal berbentuk persegi maka kekuatan yang dimiliki tidak terlalu besar sehingga parameter pondasi dipilih sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter Pondasi

Parameter Pondasi	Nilai
Berat jenis beton (γ)	24 kN/m ³
Modulus Elastisitas (E)	20347798 kN/m ²
Angka Poisson (ν)	0,25
Material Model	Linier-Elastic
Material Type	NonPorous

Sumber : Dokumen Penulis

4) Perkuatan Grid Bambu dan Anyaman Bambu

Data perkuatan grid bambu dan anyaman bambu yang diperlukan pada program *Plaxis* yaitu nilai kuat lentur bahan perkuatan (EA). Sampel yang digunakan untuk pengujian kuat lentur terdiri dari tiga sampel, hasil pengujian kuat lentur yaitu berupa nilai beban (kg.f) yang terbaca pada arloji alat dengan jarak tumpuan yaitu sebesar 170 mm.

Berikut merupakan data material perkuatan yang digunakan untuk pemodelan pada program *Plaxis versi 8.2*:

Tabel 4. Parameter Bahan Perkuatan

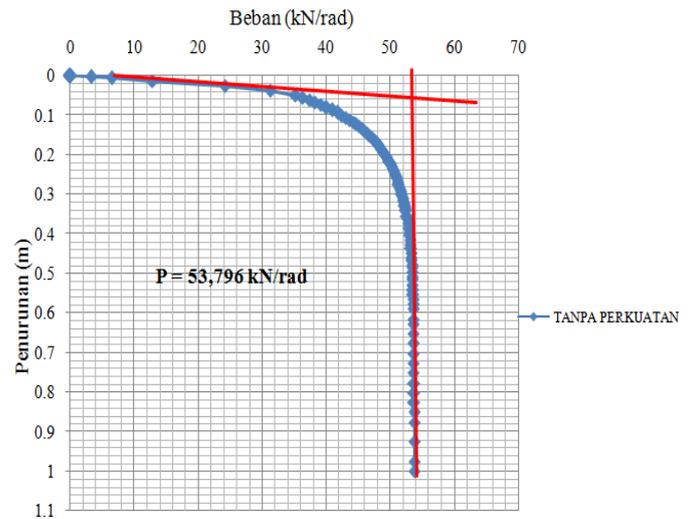
Parameter Bahan Perkuatan	Nilai
Set Type	Geogrid
Propertis (E.A)	4076,976 kN/m
Identifications	Elastic

Sumber : Dokumen Penulis

4.2. Hasil Pemodelan Dengan Menggunakan *Plaxis versi 8.2*

Pemodelan dengan bantuan program *Plaxis versi 8.2* dilakukan dengan menggunakan 30 pemodelan dengan variasi kedalaman perkuatan dari dasar pondasi masing-masing 0,25B; 0,3B; 0,4B; 0,5B; 0,6B; 0,7B; 0,75B; 0,8B; 0,9B dan 1B, dengan variasi jumlah lapisan perkuatan sampai 3 lapis perkuatan dan lebar bahan perkuatan yang digunakan yaitu sebesar 4B, adapun nilai B merupakan lebar dari pondasi yang dipakai pada pemodelan. Perhitungan daya dukung tanah didasarkan pada metode Michael T. Adams dan James G. Collins, yaitu dengan pembuatan grafik hubungan pembebanan dan penurunan.

1) Tanah tanpa Perkuatan

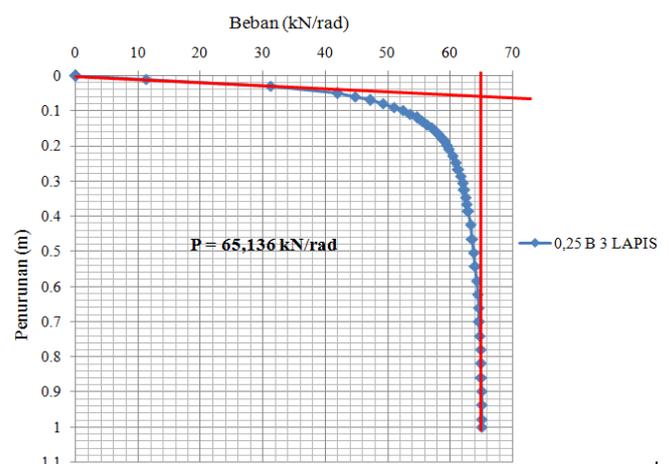


Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 1. Grafik Pembebanan Tanpa Perkuatan.

$$\begin{aligned}
 q_{ultimate} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{P \times 2 \times \pi}{\pi \times r^2} \\
 &= \frac{53.796 \times 2 \times \pi}{\pi \times (0,564)^2} \\
 &= 338,237 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

2) Tanah dengan 3 Lapis Perkuatan (0,25 B, Lebar 4B)



Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 2. Grafik Pembebanan 0,25 B 3 Lapis Perkuatan.

Dari grafik tersebut ditarik garis lurus perpanjangan dari 2 garis lengkung kurva (diagram interaksi) yang berpotongan di 1 titik, sehingga didapat nilai beban maksimal sebesar 65,136 kN/rad. Karena berat sendiri pondasi sudah dihitung pada program *Plaxis* maka untuk mencari daya dukung pondasi tanpa perkuatan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 q_{ultimate} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{P \times 2 \times \pi}{\pi \times r^2} \\
 &= \frac{65,136 \times 2 \times \pi}{\pi \times (0,564)^2} \\
 &= 409,537 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

4.3. Pembahasan

1) Daya Dukung Tanpa Perkuatan

Perhitungan daya dukung secara empiris dilakukan dengan menggunakan rumus daya dukung tanah menurut teori para ahli. Pada pembahasan ini menggunakan teori Prandtl, Terzaghi dan Skempton. Perhitungan empiris menjadi dasar nilai daya dukung tanah tanpa perkuatan.

Data – data tanah yang diperlukan untuk perhitungan

VARIASI JARAK PERKUATAN	Force Y (kN/rad)	Beban (Kn/rad)	Qu (kN/m ²)
0,25 B	65.136	65.136	409.537
0,3 B	64.215	64.215	403.746
0,4 B	61.698	61.698	387.921
0,5 B	59.939	59.939	386.783
0,6 B	59.96	59.96	382.350
0,7 B	60.446	60.446	381.558
0,75 B	60.812	60.812	380.049
0,8 B	60.189	60.189	378.433
0,9 B	60.686	60.686	376.993
1 B	61.517	61.517	376.861

daya dukung tanah secara empiris adalah nilai C_u , γ , B , D_f , \emptyset , N_c , N_q , dan N_γ . Diketahui: $C = 25 \text{ kN/m}^2$

$$\begin{aligned}
 \gamma &= 19,75 \text{ kN/m}^3 \\
 D_f &= 0,25 \text{ m} \\
 B &= 1 \text{ m} \\
 \emptyset &= 8,42^\circ
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

1) Metode Terzaghi

$$\begin{aligned}
 \emptyset &= 8,42^\circ, \text{ sehingga dari Gambar II.9 didapat } N_c' \\
 &= 8,8; N_q' = 2,3; N_\gamma' = 1 \\
 q_u &= 1,3 C' N_c' + P_o N_q' + 0,4 \gamma B N_\gamma' \\
 &= 1,3 (25) (9) + 0,25 (19,75) (2,3) + 0,4 \\
 &\quad (19,75)(1)(1) \\
 &= 311,756 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

2) Metode Skempton

$$\begin{aligned}
 \text{Dengan } D_f/B &= 0,25/1 = 0,25 \text{ dari analisa pers.II.17 didapat } N_c = 6,2 \\
 N_c &= (1+0,2 \times 0,25) \times 6,2 = 6,51 \\
 q_u &= C_u N_c \\
 &= 25 (6,51) \\
 &= 162,75 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

3) Metode Prandtl

$$\begin{aligned}
 q_u &= (\pi + 2) \times C \\
 q_u &= (\pi + 2) \times 25 \\
 &= 128,5 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan secara teoritis menggunakan metode Terzaghi, Skempton dan Prandtl nilai daya dukung yang paling mendekati dengan hasil pemodelan menggunakan program *Plaxis* adalah metode Terzaghi dengan nilai 311,756 kN/m²

2) Tanah dengan Perkuatan

Setelah dilakukan pemodelan sebanyak 30 model, perhitungan daya dukung pondasi dangkal dengan variasi perkuatan masing-masing 0,25B; 0,3B; 0,4B; 0,5B; 0,6B; 0,7B; 0,75B; 0,8B; 0,9B dan 1B, dengan variasi jumlah lapis perkuatan sampai 3 lapis perkuatan dan lebar bahan perkuatan yaitu sebesar 4B.

a) Tanah dengan Tiga Lapis Perkuatan

Dari perhitungan dengan menggunakan program *Plaxis versi 8.2* di dapat nilai daya dukung tanah dengan variasi jarak perkuatan dengan 3, 2 dan 1 lapis perkuatan seperti pada tabel berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Daya Dukung Tanah dengan Tiga Lapis Perkuatan

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis

b) Tanah dengan Dua Lapis Perkuatan

Tabel 6. Rekapitulasi Daya Dukung Tanah dengan Dua Lapis Perkuatan

VARIASI JARAK PERKUATAN	Force Y (kN/rad)	Beban (Kn/rad)	Qu (kN/m ²)
0,25 B	63.965	63.965	403.407
0,3 B	64.161	64.161	402.174
0,4 B	61.553	61.553	387.009
0,5 B	59.862	59.862	382.451
0,6 B	59.784	59.784	380.483
0,7 B	60.21	60.21	380.413
0,75 B	60.504	60.504	378.565
0,8 B	60.144	60.144	378.150
0,9 B	60.515	60.515	376.377
1 B	60.828	60.828	375.887

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis

b) Tanah dengan Satu Lapis Perkuatan

Tabel 7. Rekapitulasi Daya Dukung Tanah dengan Satu Lapis Perkuatan

VARIASI JARAK PERKUATAN	Force Y (kN/rad)	Beban (Kn/rad)	Qu (kN/m ²)
0,25 B	63.824	63.824	402.866
0,3 B	64.075	64.075	401.288
0,4 B	61.43	61.43	386.236
0,5 B	59.791	59.791	380.457
0,6 B	59.745	59.745	379.062
0,7 B	60.137	60.137	378.873
0,75 B	60.259	60.259	378.106
0,8 B	59.699	59.699	375.931
0,9 B	60.289	60.289	375.641
1 B	60.511	60.511	375.352

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tanah dengan berbagai variasi jarak perkuatan dan jumlah lapis perkuatan menghasilkan nilai daya dukung tertinggi pada variasi 0,25 B dengan jumlah lapis perkuatan sebanyak 3 lapis, dengan besar daya dukung tanah yaitu sebesar 409,537 kPa.

3) Nilai BCR (*Bearing Capacity Ratio*)

Rasio daya dukung (BCR) merupakan perbandingan antara nilai daya dukung tanah yang diperkuat (qu) dengan nilai daya dukung tanah tanpa perkuatan (q0).

Dari hasil pemodelan yang telah dilakukan lapis anyaman bambu dan grid bambu sebagai perkuatan dapat meningkatkan nilai *bearing capacity ratio* (BCR) tanah. Hal ini dapat dilihat di Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai BCR

VARIASI JARAK PERKUATAN	JUMLAH LAPISAN (LAPIS)	Qu (Kn/m ²)	BCR
0,25 B	1	402.866	1.191
	2	403.407	1.193
	3	409.537	1.211
0,3 B	1	401.288	1.186
	2	402.174	1.189
	3	403.746	1.194
0,4 B	1	386.236	1.142
	2	387.009	1.144
	3	387.921	1.147
0,5 B	1	380.457	1.125
	2	382.451	1.131
	3	386.783	1.144
0,6 B	1	379.062	1.121
	2	380.483	1.125
	3	382.35	1.130
0,7 B	1	378.873	1.120
	2	380.413	1.125
	3	381.558	1.128
0,75 B	1	378.106	1.118
	2	378.565	1.119
	3	380.049	1.124
0,8 B	1	375.931	1.111
	2	378.15	1.118
	3	378.433	1.119
0,9 B	1	375.641	1.111
	2	376.377	1.113
	3	376.993	1.115
1 B	1	375.352	1.110
	2	375.887	1.111
	3	376.861	1.114

Sumber: Dokumen Penulis

Dari Tabel 8. dapat disimpulkan bahwa nilai rasio daya dukung tanah atau *Bearing Capacity Ratio* (BCR) yang paling tinggi adalah pada variasi kedalaman perkuatan 0,25 B dengan jumlah perkuatan sebanyak tiga lapis

perkuatan yaitu sebesar 1.211. Jika dibandingkan dengan daya dukung tanah tanpa perkuatan sebesar 338,238 kPa dan daya dukung tanah dengan perkuatan grid bambu dan anyaman bambu dengan variasi jarak perkuatan 0,25B dan jumlah lapis perkuatan sebanyak tiga lapis didapatkan hasil daya dukung tanah sebesar 409,537 kPa, hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai daya dukung sebesar 21,079 %.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang bias diambil dari hasil pemodelan pondasi dangkal dengan bantuan program *Plaxis versi 8.2* adalah sebagai berikut:

1. Dengan bantuan program *Plaxis*, nilai daya dukung tanah tanpa perkuatan dengan parameter tanah lempung hasil pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah jurusan Teknik Sipil Unsi adalah sebesar 53,796 kPa.
2. Metode perhitungan daya dukung tanah Terzaghi memberikan selisih nilai yang mendekati dengan hasil pemodelan menggunakan program *Plaxis*.
3. Perkuatan dengan variasi jarak perkuatan dari dasar pondasi 0,25 B dengan jumlah lapis perkuatan sebanyak 3 lapis menghasilkan nilai daya dukung tertinggi yaitu sebesar 409,537 kPa.
4. Sedangkan perkuatan dengan variasi jarak perkuatan dari dasar pondasi 0,8 B dengan jumlah lapis perkuatan 1 lapis menghasilkan nilai daya dukung terkecil yaitu sebesar 375,352 kPa.
5. Nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) paling besar dimiliki oleh perkuatan dengan variasi 0,25 B dengan jumlah lapis perkuatan sebanyak 3 lapis yaitu sebesar 1.21.
6. Persentase kenaikan daya dukung tanah tertinggi adalah sebesar 21,079 % yaitu dengan menggunakan variasi jarak perkuatan 0,25 B dan jumlah lapis perkuatan tiga lapisan.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan hasil dari pemodelan ini yaitu sebagai berikut:

1. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut mengenai bahan perkuatan yang lebih efektif dilihat dari segi kekuatan, kemudahan pemakaian, ekonomi dan lain sebagainya.

2. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut mengenai jenis tanah yang dipakai sebagai bahan pemodelan.
3. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut mengenai variasi jarak perkuatan dari dasar pondasi, jumlah lapis perkuatan, ataupun variasi jarak antar perkuatan.
4. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut tentang perhitungan daya dukung tanah dengan menggunakan jenis pondasi dalam sebagai modelnya.
5. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut tentang pengaruh *Generate Mesh* dan *Generate Water Pressure* terhadap nilai daya dukung tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E, 1993, *Sifat-ifat Fisis dan Geoteknik Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, Joseph E, 1993, *Analisa dan Disain Pondasi*. Jilid kedua Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta,
- Bowders, John. J, 1998, *Geosynthetics In Foundation Reinforcement And Erosion Control Systems*, Geo Institute, Boston.
- Das, M. Braja, 2006, *Principles of Geotechnical Engineering, Sixth Edition*. Canada,
- Hardiyonatmo, Harry Christady, *Teknik Pondasi 1*, Edisi ketiga, Gadjah Mada University Press.
- Kh, Sunggono, *Buku Teknik Sipil*, Bandung, Penerbit, NOVA.
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Ganesha, Bandung.
- Nakazawa, Kazuto dan Sosrodarsono, Suryono, 1981, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, Jakarta, P.T.Prandnya paramita.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 07-2529). 1999. *Metode Pengujian Kuat Tarik dan Kuat Tekan Material*. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Nugroho, 2011, *Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut dengan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu*, Jurusan Teknik Sipil Unri, Pekanbaru.

Purwana, 2008, *Metode Keseimbangan Batas vs Metode Elemen Hingga untuk Analisa Pondasi Dangkal Menerus pada Tanah Kohesif*, Laboratorium Mekanika Tanah FT UNS, Solo.

Saputri, 2013, *Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Lempung Lunak dengan Menggunakan Perkuatan Grid Bambu dan Anyaman Bambu dengan Variasi Jarak Perkuatan dan Jumlah Lapisan*, Jurusan Teknik Sipil Unsri, Sumatera Selatan.