

**PENGARUH VARIASI KEDALAMAN MUKA AIR
TERHADAP KERUNTUHAN PONDASI PADA TANAH PASIR PANTAI
DENGAN PERKUATAN ANYAMAN BAMBU**

*The Effect of Ground Water Level Variation to the Foundation Failure
at The Sand Marine Reinforced by Woven Bamboo*

Siti Maratun Sholihah*, Ismail Hoesain M**, Tri Sulistyowati**

*Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram

**Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram

Email : sitimaratunsholihah@gmail.com, ismailhoesain_m@yahoo.co.id, trisulistyowati@unram.ac.id

Abstrak

Dalam dunia teknik sipil, tanah merupakan satu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan, baik sebagai bahan konstruksi maupun sebagai pendukung pondasi. Salah satu jenis tanah yang memiliki beberapa sifat yang kurang menguntungkan bagi suatu konstruksi adalah jenis tanah pasir. Kekurangan dari tanah pasir adalah pasir tidak memiliki daya ikat antar partikel satu sama lain terutama pada tanah pasir yang memiliki nilai kerapatan relatif yang rendah (pasir lepas). Selain itu kondisi tanah pasir pantai memungkinkan adanya pengaruh pasang surut air laut yang dapat mempengaruhi kapasitas dukung tanah tersebut. Oleh karena hal itulah sehingga tanah pasir pantai perlu diberikan perkuatan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian sifat fisik dan mekanik tanah pasir pantai. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental di laboratorium terhadap pasir pantai yang diperkuat dengan anyaman bambu dengan pemberian beban dan variasi kedalaman muka air. Dari hasil pengujian sifat fisik didapatkan bahwa tanah pasir Pantai Tanjung Karang, Ampenan, tergolong sebagai SP (poor-graded sand), yaitu pasir bergradasi buruk dengan nilai berat jenis (G_s) sebesar 2,661. Selanjutnya, dari hasil pengujian sifat mekanik tanah pasir Pantai Tanjung Karang, Ampenan, didapatkan bahwa penambahan perkuatan anyaman bambu meningkatkan kapasitas dukung pasir pantai dari 193,344 gr/cm² menjadi 352,032 gr/cm². Variasi kedalaman muka air dapat memberikan pengaruh yaitu semakin dalam letak muka air dari dasar pondasi menyebabkan semakin besar penurunan yang terjadi. Penurunan pondasi terbesar terjadi pada pasir pantai tanpa perkuatan anyaman bambu dengan muka air berada B cm di bawah dasar pondasi (B adalah lebar pondasi rencana), yaitu sebesar 1,7 mm.

Kata kunci: Pasir pantai, Anyaman bambu, Kedalaman muka air, Keruntuhan pondasi.

PENDAHULUAN

Dalam dunia teknik sipil, tanah merupakan satu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan, baik sebagai bahan konstruksi maupun sebagai pendukung pondasi. Kondisi tanah di setiap tempat sangatlah berbeda karena tanah secara alamiah merupakan material yang rumit dan bervariasi. Keunikan inilah yang menyebabkan perlu adanya penguasaan yang lebih mendalam mengenai perilaku tanah.

Salah satu jenis tanah yang memiliki beberapa sifat yang kurang menguntungkan bagi suatu konstruksi adalah jenis tanah pasir. Kekurangan dari tanah pasir adalah pasir tidak memiliki daya ikat antar partikel satu sama lain terutama pada tanah pasir yang memiliki nilai kerapatan relatif yang rendah (pasir lepas). Selain itu kondisi tanah pasir pantai yang terletak di tepi pantai memungkinkan adanya pengaruh pasang surut air laut yang dapat mempengaruhi kapasitas dukung tanah tersebut. Oleh karena hal itulah sehingga tanah pasir pantai perlu diberikan perkuatan.

Utomo (2004) telah melakukan penelitian tentang daya dukung ultimit pondasi dangkal di atas tanah pasir yang diperkuat *geogrid*. Akan tetapi penggunaan *geotextile/geosynthetic* yang relatif

mahal menjadikan pemilihan alternatif lain yang lebih murah sangat diperlukan misalnya bambu. Bambu merupakan bahan perkuatan tanah yang tidak sulit ditemukan terutama di pulau Lombok selain itu bahan ini juga mudah dalam pengerjaannya khususnya dalam membuatnya menjadi anyaman bambu.

Suyadi dkk (2010) menggunakan anyaman bambu sebagai perkuatan tanah pasir *poorly graded*, dengan mengamati penambahan kekuatan daya dukung tanah sebelum dan setelah penggunaan anyaman bambu sebagai perkuatan tanpa adanya pengaruh rembesan maupun kedalaman muka air.

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

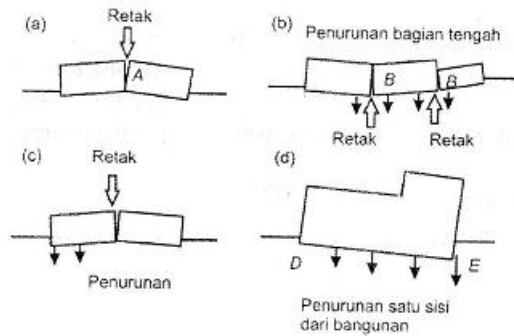
- a. Mengetahui seberapa besar pengaruh variasi kedalaman muka air terhadap keruntuhan pondasi pada tanah pasir pantai dengan perkuatan anyaman bambu.
- b. Mengetahui tipe keruntuhan pondasi pada tanah pasir pantai dengan variasi kedalaman muka air menggunakan perkuatan anyaman bambu.
- c. Membuat pemodelan di laboratorium mengenai pengaruh variasi kedalaman muka air terhadap keruntuhan pondasi pada tanah pasir pantai dengan perkuatan anyaman bambu.

TINJAUAN PUSTAKA

Anyaman bambu merupakan bahan hasil pengolahan bambu dalam bentuk anyaman dari pita-pita serat bambu (iratan bambu). Umumnya anyaman bambu ini digunakan sebagai bahan konstruksi untuk dinding dan langit-langit pada rumah. Bedek atau anyaman bambu dengan kualitas baik dapat dibuat dari kulit bambu. Penganyaman dapat dilakukan secara seragam, semua kulit yang keras, atau semua dari bagian dalam yang lunak tergantung keperluannya. Juga sering di jumpai penganyaman secara kombinasi antara bagian dalam dan bagian kulit.

Pasir adalah contoh bahan material butiran, umumnya berukuran antara 0,0625–2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Butiran pasir yang terdiri dari berbagai diameter (tidak seragam) disebut bergradasi baik (*well graded*), bila butiran memiliki ukuran yang hampir sama disebut bergradasi buruk (*poorly graded*). Pada umumnya, pasir yang terdapat di pesisir pantai (pasir pantai) merupakan butiran pasir bergradasi seragam/sama hingga bergradasi buruk dan kurang baik untuk bangunan tinggal. Pasir juga merupakan tanah non kohesif (*cohesionless soil*) yang mempunyai sifat antar butiran lepas (*loose*). Tanah non kohesif tidak mempunyai garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis. Tetapi dalam beberapa kondisi tertentu, tanah non kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental (Bowles 1986).

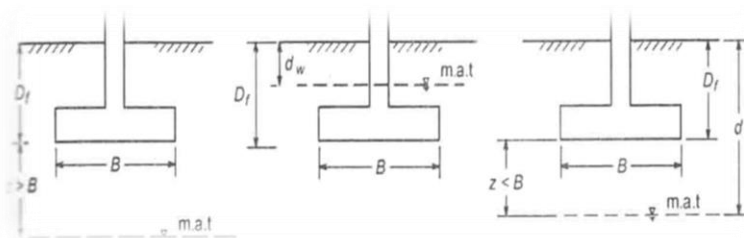
Penurunan (*settlement*) digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Jika seluruh permukaan tanah di bawah dan di sekitar bangunan turun secara seragam dan penurunan terjadi tidak berlebihan, maka turunnya bangunan akan tidak tampak oleh pandangan mata dan penurunan yang terjadi tidak menyebabkan kerusakan bangunan. Namun, kondisi demikian tentu mengganggu baik pandangan mata maupun kestabilan bangunan, bila penurunan terjadi secara berlebihan. Umumnya, penurunan tak seragam lebih membahayakan bangunan daripada penurunan total.



Gambar 1. Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan (Sumber: Hardiyatmo, 2010)

Pertimbangan pertama dalam menghitung besarnya penurunan adalah penyebaran tekanan pondasi ke tanah dasar, hal ini sangat bergantung pada kekakuan pondasi dan sifat-sifat tanah. Jika tanah dibebani maka akan terjadi penurunan (*settlement*), penurunan akibat beban ini terdiri dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Perilaku tanah pada saat permulaan pembebanan sampai mencapai keruntuhan, ditinjau pada suatu pondasi kaku yang terletak pada kedalaman yang lebih lebar dari pondasinya, penambahan beban pada pondasi dilakukan secara berangsur-angsur.

Air merupakan faktor yang sangat penting dalam masalah-masalah teknis yang berhubungan dengan tanah, seperti penurunan, stabilitas pondasi, stabilitas lereng, dan lain-lain. Tinggi muka air berdampak terhadap kapasitas dukung, stabilitas keseluruhan, gangguan *dewatering* (mengeringkan sumur tetangga), dan teknik pelaksanaan (lempung becek diinjak-injak pekerja secara berlebihan dapat merusak kapasitas dukung tanah). Kedudukan muka air tanah mempengaruhi kapasitas dukung tanah granuler. Tanah granuler mempunyai permeabilitas yang besar, karena itu pada tiap tahap-tahap pembebanan, air selalu terdrainasi dari rongga pori tanah. Pondasi bisa menjadi miring pada tanah granuler terendam air akibat geseran pada dasar pondasi. Hal tersebut dikarenakan material granuler mempunyai permeabilitas besar, bila bahan pondasi kedap air dan muka air berada di atas dasar pondasi, maka pondasi akan mengalami gaya ke atas akibat tekanan air pada bagian yang terendam tersebut.



Gambar 2. Pengaruh Muka Air Tanah Pada Kapasitas Dukung (Hardiyatmo, 2010)

Sebagai material perkuatan suatu konstruksi, pemanfaatan bambu tidak memerlukan teknik dan keahlian yang khusus atau peralatan yang mahal. Bilah-bilah bambu cukup ditempatkan di bawah pondasi sebelum dilakukan penimbunan dan pemadatan. Bambu memiliki kuat tarik yang cukup tinggi, sedangkan tanah memiliki kuat tarik yang rendah. Sehingga apabila tanah menerima beban vertikal, maka lembaran perkuatan seolah-olah akan terjepit diantara butiran tanah, memberikan perlawanan akibat gesekan antara butir-butir tanah dengan permukaan bahan perkuatan. Semakin kasar permukaan bahan perkuatan, maka semakin besar pula perlawanan yang ditimbulkan oleh

gesekan antara bahan perkuatan dengan butiran tanah disekelilingnya, sehingga kemampuan tanah untuk melawan geser yang bekerja menjadi lebih besar (Suryolelono, 2000).

Anyaman bambu sebagai bahan substitusi *geosynthetic* memiliki pengaruh besar pada perkuatan tanah, yaitu untuk menambah kuat geser tanah dan untuk mencegah atau mengurangi pergeseran ke arah horizontal dan vertikal yang berlebihan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah pasir pantai yang diambil dari Pantai Tanjung Karang Kecamatan Ampenan, berupa sampel tanah terganggu (*disturb*). Sementara itu perkuatan anyaman bambu diperoleh dari desa Taman Sari, Kabupaten Lombok Barat. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Geoteknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan, tahap pertama merupakan penelitian untuk mengetahui klasifikasi tanah pasir yang akan digunakan sebagai media penelitian. Tahap kedua merupakan penelitian yang dimaksudkan untuk memperoleh nilai sudut geser dan nilai penurunan yang terjadi dari tanah pasir yang telah diperkuat dengan lapis anyaman bambu dengan variasi kedalaman muka air sebagai akibat dari kondisi pasang surut air laut. Dalam tahap kedua ini, pengujian yang dilakukan adalah uji geser langsung dan pemodelan di laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat-sifat fisik dan mekanis tanah pasir

Sifat-sifat fisik dan mekanis tanah antara lain kadar air, berat volume tanah, *specific gravity*, dan distribusi ukuran butiran tanah, berat volume tanah, dan kerapatan relatif. Hasil pengujian karakteristik tanah pasir Pantai Tanjung Karang, Kecamatan Ampenan, secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah Pasir Pantai Tanjung Karang, Ampenan

Karakteristik Tanah	Hasil Pengujian
Karakteristik Fisik Tanah:	
• Kadar Air Tanah Asli (%)	2,76
• Berat Volume Tanah (gr/cm^3)	1,31
• Berat Jenis Tanah (Gs)	2,661
• Distribusi Ukuran Butiran Tanah	
1. Persentase Lolos Saringan No.200	3,42
2. Persentase Lempung (%)	-
3. Persentase Lanau (%)	-
4. Persentase Pasir (%)	96,58
Karakteristik Mekanik Tanah:	
• Berat Volume tanah Kering Maksimum (γ_d maks) (gr/cm^3)	1,14
• Kerapatan relatif, DR (%)	94,04%
Klasifikasi Tanah:	
• USCS	SP
• AASHTO	A-3

Kapasitas dukung tanah

Setelah dilakukan pengujian sifat mekanik tanah pasir melalui pengujian geser langung tanpa perkuatan anyaman bambu dan dengan perkuatan anyaman bambu didapatkan kekuatan geser tanah yaitu sudut gesek dalam tanah (ϕ). Nilai kapasitas dukung tanah tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai sudut gesek dalam (ϕ) dengan kapasitas dukung (q_u) pasir pantai

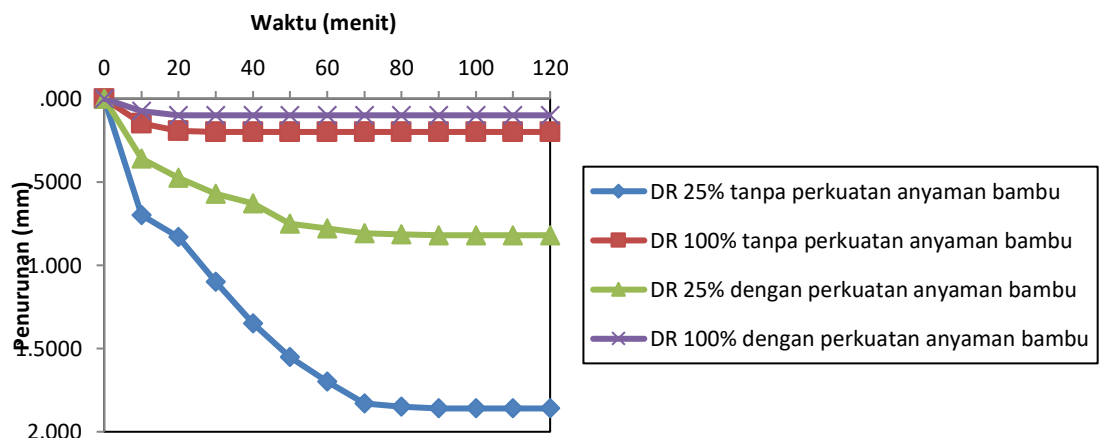
Kondisi Tanah	Tanpa Perkuatan Anyaman Bambu						Dengan Perkuatan Anyaman Bambu					
	ϕ (°)	γ_d (gr/cm ³)	N_c	N_q	N_γ	q_u (gr/cm ²)	ϕ (°)	γ_d (gr/cm ³)	N_c	N_q	N_γ	q_u (gr/cm ²)
Kering	36	1,14	65,38	49,38	54,00	246,24	40	1,14	95,7	81,3	100,4	457,824
Jenuh	35	1,14	57,8	41,4	42,4	193,344	38	1,14	80,54	65,34	77,2	352,032

Pengaruh anyaman bambu terhadap penurunan pondasi

Penggunaan anyaman bambu pada pengujian pemodelan laboratorium ditempatkan 3 (tiga) lapis dengan jarak antar lapisan yaitu sebesar 5 cm atau 0,5B (dengan B adalah lebar pondasi rencana). Hubungan antara waktu dan penurunan pondasi pada tanah pasir pantai kondisi kering tanpa perkuatan anyaman bambu dan dengan perkuatan anyaman bambu untuk kerapatan relatif (D_r) sebesar 25% dan 100% dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3 berikut.

Tabel 3. Hubungan antara waktu dan penurunan pondasi pada pasir pantai

Waktu (Menit)	Penurunan (mm)			
	Tanpa Perkuatan Anyaman Bambu		Dengan Perkuatan Anyaman Bambu	
	D_r 25%	D_r 100%	D_r 25%	D_r 100%
0	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,700	0,100	0,360	0,075
20	0,830	0,150	0,475	0,100
30	1,100	0,170	0,570	0,100
40	1,350	0,180	0,630	0,100
50	1,550	0,190	0,750	0,100
60	1,700	0,190	0,780	0,100
70	1,830	0,200	0,810	0,100
80	1,850	0,200	0,815	0,100
90	1,860	0,200	0,820	0,100
100	1,860	0,200	0,820	0,100
110	1,860	0,200	0,820	0,100
120	1,860	0,200	0,820	0,100



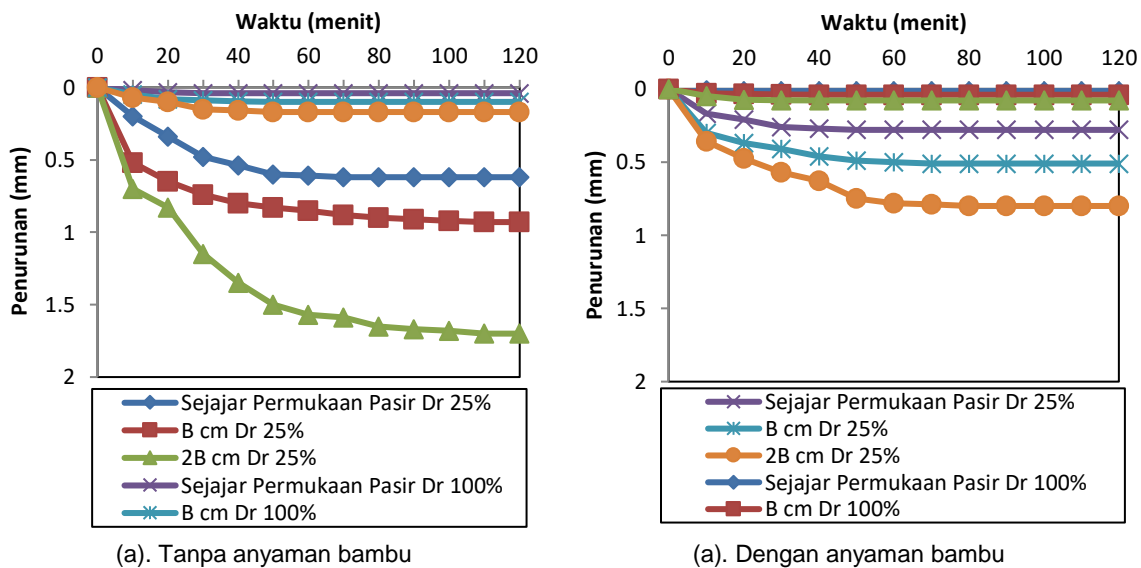
Gambar 3. Hubungan antara waktu dan penurunan pada tanah pasir pantai

Pengaruh variasi kedalaman muka air terhadap penurunan pondasi

Variasi kedalaman muka air yang digunakan dalam uji pemodelan laboratorium yaitu sejajar permukaan pasir, B cm, dan 2B cm (B merupakan lebar pondasi rencana) yang diukur dari permukaan pasir ke arah bawah. Kerapatan relatif (D_r) yang digunakan adalah sebesar 25% dan 100% dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4 berikut.

Tabel 4. Hubungan antara waktu dan penurunan pondasi pada pasir dengan variasi kedalaman muka air

Waktu (menit)	Penurunan tanpa anyaman bambu (mm)						Penurunan dengan anyaman bambu (mm)					
	Variasi Kedalaman Muka Air (cm)						Variasi Kedalaman Muka Air (cm)					
	$D_r = 25\%$			$D_r = 100\%$			$D_r = 25\%$			$D_r = 100\%$		
	Sejajar Permukaan Pasir	B cm	2B cm	Sejajar Permukaan Pasir	B cm	2B cm	Sejajar Permukaan Pasir	B cm	2B cm	Sejajar Permukaan Pasir	B cm	2B cm
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,2	0,52	0,7	0,02	0,05	0,07	0,17	0,3	0,36	0,01	0,03	0,05
20	0,34	0,65	0,83	0,35	0,08	0,1	0,21	0,37	0,475	0,015	0,04	0,075
30	0,48	0,74	1,15	0,04	0,09	0,15	0,26	0,41	0,57	0,015	0,04	0,078
40	0,54	0,8	1,35	0,04	0,1	0,16	0,27	0,46	0,63	0,015	0,04	0,079
50	0,6	0,83	1,5	0,04	0,1	0,17	0,28	0,49	0,75	0,015	0,04	0,079
60	0,61	0,85	1,57	0,04	0,1	0,17	0,28	0,5	0,78	0,015	0,04	0,079
70	0,62	0,88	1,59	0,04	0,1	0,17	0,28	0,51	0,79	0,015	0,04	0,079
80	0,62	0,9	1,65	0,04	0,1	0,17	0,28	0,51	0,8	0,015	0,04	0,079
90	0,62	0,92	1,67	0,04	0,1	0,17	0,28	0,51	0,8	0,015	0,04	0,079
100	0,62	0,93	1,68	0,04	0,1	0,17	0,28	0,51	0,8	0,015	0,04	0,079
110	0,62	0,93	1,7	0,04	0,1	0,17	0,28	0,51	0,8	0,015	0,04	0,079
120	0,62	0,93	1,7	0,04	0,1	0,17	0,28	0,51	0,8	0,015	0,04	0,079



Gambar 4. Hubungan antara waktu dan penurunan pada tanah pasir pantai dengan variasi kedalaman muka air

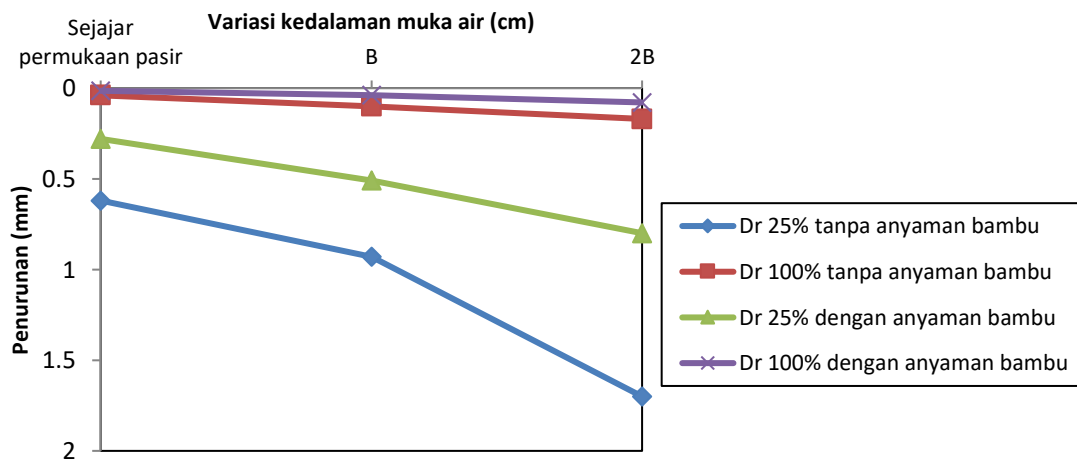
Keruntuhan Pondasi Akibat Pengaruh Variasi Kedalaman Muka Air

Dari nilai penurunan pondasi terhadap waktu pada Tabel 5 diperoleh besarnya penurunan pondasi setelah dua jam pengamatan. Variasi kedalaman muka air memberikan pengaruh yaitu mengurangi terjadinya penurunan pondasi. Penurunan pondasi akibat pengaruh variasi kedalaman muka air pada tanah pasir pantai tanpa perkuatan anyaman bambu dapat dilihat pada Tabel 5. Perbandingan penurunan yang terjadi, akibat pengaruh kedalaman muka air pada tanah pasir pantai

tanpa perkuatan anyaman bambu dan dengan perkuatan anyaman bambu, pada kerapatan relatif (D_r) sebesar 25% dan 100% dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 5. Penurunan pondasi pada pasir pantai akibat variasi kedalaman muka air

No.	Kerapatan Relatif (D_r)	Penurunan Pondasi (mm)			Penurunan Pondasi (mm)		
		Variasi Kedalaman Muka Air			Variasi Kedalaman Muka Air		
		Sejajar Permukaan Pasir	B cm	2B cm	Sejajar Permukaan Pasir	B cm	2B cm
1	25%	0,62	0,93	1,7	0,28	0,51	0,8
2	100%	0,04	0,1	0,17	0,015	0,04	0,079



Gambar 5. Hubungan Penurunan Pondasi dengan Variasi Kedalaman Muka Air Pada Tanah Pasir Pantai

Menurut Terzhagi dan Peck (1948) dalam Tjandrawibawa (2000), pondasi dikatakan runtuh apabila penurunan yang terjadi lebih besar 10% dari lebar pondasi. Lebar pondasi (B) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 cm. Jadi, 10% dari lebar pondasi 10 cm adalah 0,1 mm. Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa keruntuhan pondasi tidak terjadi. Hal ini dikarenakan penurunan pondasi yang paling besar yaitu hanya sebesar 1,7 mm, terjadi pada kerapatan relatif (D_r) sebesar 25% dengan kondisi tanah tanpa perkuatan anyaman bambu, dimana kedalaman muka air berada 2B cm di bawah pondasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa syarat keruntuhan pondasi tidak tercapai.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian geser langsung dimana kapasitas dukung ultimit maksimum yaitu sebesar 246,24 gr/cm², terjadi pada tanah pasir tanpa perkuatan anyaman bambu untuk kondisi padat ($D_r = 100\%$). Sedangkan dalam pemodelan laboratorium, penurunan pondasi yang terjadi pada tanah pasir pantai dengan kerapatan relatif (D_r) dalam kondisi padat ($D_r = 100\%$) tanpa perkuatan anyaman bambu adalah sebesar 0,2 mm, sehingga apabila penurunan pondasi lebih besar dari 0,2 mm maka pondasi tersebut dikatakan mengalami keruntuhan.

Dari pernyataan tersebut di atas, maka penurunan pondasi sebesar 1,7 mm ($> 0,2$ mm) yang terjadi pada tanah pasir dengan kerapatan relatif (D_r) 25% untuk variasi kedalaman muka air 2B cm di bawah pondasi merupakan kondisi runtuhnya pondasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Hasil pengujian sifat fisik tanah menunjukkan bahwa tanah pasir Pantai Tanjung Karang, Ampenan, tergolong sebagai SP (*poor-graded sand*) yaitu pasir bergradasi buruk dan termasuk dalam kelompok A-3 yaitu tanah granuler bergradasi buruk dan mempunyai nilai kerapatan relatif sebesar 88,23%, serta berat volume kering maksimum (γ_d) sebesar 1,14 gr/cm³.
2. Semakin dalam letak muka air dari dasar pondasi menyebabkan semakin besar penurunan yang terjadi, hal ini dikarenakan tanah pasir yang berada di bawah plat pondasi, sebagian besar masih dalam kondisi longgar dan kering, sedangkan pasir yang berada B cm dan 2B cm di bawah pondasi (B adalah lebar pondasi rencana), menjadi padat karena pengaruh air, hal inilah yang menyebabkan kondisi pasir menjadi tidak sama (tidak stabil) sehingga tidak dapat menahan beban pondasi di atasnya. Penggunaan perkuatan anyaman bambu pada tanah pasir pantai mengurangi penurunan yang terjadi akibat pengaruh variasi kedalaman muka air tersebut.
3. Berdasarkan pengamatan secara visual dalam uji pemodelan laboratorium, tipe keruntuhan pondasi tidak dapat terlihat, akan tetapi dapat dikatakan bahwa keruntuhan pondasi yang terjadi yaitu berupa keruntuhan penetrasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan pondasi terbesar yaitu sebesar 1,7 mm (>10% dari lebar pondasi) pada kerapatan relatif (D_r) sebesar 25% dengan kondisi tanah tanpa perkuatan anyaman bambu, dimana kedalaman muka air berada 2B cm di bawah pondasi (B adalah lebar pondasi rencana).

Saran

1. Perlu diperhatikan kondisi anyaman bambu yang digunakan sebagai perkuatan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi jumlah lapis anyaman bambu yang berbeda.
3. Perlu diperhatikan cara memadatkan sampel tanah di dalam *box acrylic*, agar kepadatan sampel tanah menjadi seragam dengan ketinggian seragam pula.
4. Perlu dilakukan kalibrasi alat uji yang akan digunakan untuk memperoleh data hasil pengujian yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1961). *Bamboo in Indonesia*. Regional Housing Centre. Bandung.
- Bowles, J., E, dan Hainim, J., K, (1986). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Craig, R., F. (1994). *Mekanika Tanah*. Edisi keempat. alih bahasa Boedi Susilo S. Erlangga. Jakarta.
- Das, B., M. (1993). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Fauziati. (2004). *Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah Granuler Terhadap Kapasitas Geser Anyaman Bambu Sebagai Bahan Stabilisasi Pondasi Jalan*. Tugas Akhir Tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Mataram. Mataram.
- Hardiyatmo, H., C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Edisi 3, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H., C. (2006). *Teknik Fondasi 1*. Cetakan Ketiga. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harimurti., Munawir, A, Widodo, D. (2007). *Alternatif Perkuatan Tanah Pasir Menggunakan Lapis Anyaman Bambu Dengan Variasi Luas dan Jumlah Lapis*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(1), 1-12.

- Hardiyatmo, H., C. (2010). Analisis dan Perancangan Fondasi. Bagian I. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Iryana, R. (2004), Kontribusi Tahanan Geser bahan Geosynthetic Type Woven pada Media Tanah Berbutir Halus dan Berbutir Kasar. Tugas Akhir Tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Mataram. Mataram.
- Koerner, R., M. (1990). Designing with Geosynthetics. Edisi 2. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Morisco. (1999). Rekayasa Bambu. Nafiri. Yogyakarta.
- Morisco. (2006). Pemberdayaan Bambu untuk Kesejahteraan dan Kelestarian Lingkungan. Rangkuman Hasil Penelitian Laboratorium Teknik Struktur Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta
- Munawir, A, Suyadi, W, Noviyanto, T. (2009). Alternatif Perkuatan Tanah Pasir Menggunakan Lapis Anyaman Bambu Dedengan Variasi Jarak dan Jumlah Lapis. Jurnal Rekayasa Sipil. 3(1), 1-15.
- Prasetya, A., I. (2003). Pengaruh Ukuran Pondasi terhadap Daya Dukung Tanah Pasir dengan Pembebanan Eksentris. Skripsi Tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- Rossieta. (2004). Pengaruh Variasi Bahan Permukaan Anyaman Bambu terhadap Kapasitas Geser Struktur Timbunan. Tugas Akhir Tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Redana, I., W. (2010). Teknik Pondasi. Udayana University Press. Denpasar.
- Sharma, Y., M., L. (1987). Bambus in the AsiaPacific region. In Lessard, G. & Chouinard. A. (eds) Bambu Research in Asia. IDRC, Canada.
- Suryolelono, K.B. (2000). Geosintetik Geoteknik. Nafiri. Yogyakarta.
- Suyadi, W, Shaleh, A., K., Dirgantara, E., A., P. (2010). Pengaruh Perkuatan Anyaman Bambu dengan Variasi Kedalaman Pondasi dan Jarak Antar Lapis Perkuatan Terhadap Daya Dukung Pondasi Menerus pada Tanah Pasir Poorly Graded. Jurnal Rekayasa Sipil. 4(1), 23-28.
- Sulistiawati, B., H. (2011). Pemodelan Pengaruh Kerapatan Relatif dan Rembesan Terhadap Keruntuhan Pondasi pada Tanah Pasir. Tugas Akhir : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram.
- Safar, A. Bambu dalam Konstruksi, Optical Spectrum CDMA: A New Code Construction For Double Weight Code Family. <http://Academia.edu>.
- Terzaghi, K. (1987), Mekanika Tanah dalam praktek rekayasa Jilid I Edisi Kedua. Jakarta : Erlangga.
- Tjandrawibawa, S. (2000). Peningkatan Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Menggunakan Cerucuk. Jurnal Dimensi Teknik Sipil. 2(2), 92-95.
- Utomo, P. (2004). Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Geogrid. <http://puslit.petra.ac.id/journals/civil>.
- Utami, G., S, Damayanti, D., A. (2013). Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah di Bawah Pondasi Dangkal. Jurnal IPTEK. 17(2), 96-103.
- Wesley, L., D. (1977). Mekanika Tanah. Cetakan ke IV. Jakarta Selatan.
- Zakaria, Zufialdi. (2006). Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal. Seri Mata Kuliah Geoteknik. Universitas Padjajaran.