

**ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI KACAPURI
DI ATAS TANAH GAMBUT YANG DISTABILISASI**

Muhammad Afief Ma'ruf
Wiku Adhiwicaksana Krasna
J.C. Heldiansyah

Abstract

The traditional society of south borneo has a traditional form of building foundation that has been used for a very long time for their traditional house. This is called Kacapuri foundation that use a combination of Ulin wood and Galam wood. But right now because the lack of Ulin wood, this form is not familiar anymore in south borneo.

The rising in number of people forced the use of peat soil in borneo to be used as an alternative for their settlement. But the natural form of peat soil itself has become a challenge to the construction, therefore needs to be reinforced, one of the method is stabilisation. The optimum composition of lime and rice husk ash used for stabilization is 15% from the peat soil wet unit weight for the peat that got influence by surrounding water.

Because of the few things above, the research in kacapuri foundation above the stabilized peat soil is established. From the test conclude that the value of GS rise to 1,584, water content lowered to 221,393 % and the unit weight is rise 1,158 t/m³. Pore value lowered to 3,386 and pH rise to 5,2.

From the consolidation test the total settlements and vertical strain is concluded. The total settlements is lowered to 0,18 mm. The shear strength parameter is rise with the cohesion 0,1 and internal friction 30,646°. The ultimate bearing capacity q_u for kacapuri foundation above the stabilized peat soil according to terzaghi formula is 87,675 t/m².

Keywords: kacapuri foundation , peat soil, stabilisation

1. Pendahuluan

Rumah panggung atau rumah bubungan tinggi adalah desain rumah tradisional daerah Kalimantan Selatan dan sekitarnya. Di Kalimantan Selatan yang merupakan daerah tropis dengan hutan yang banyak, tersedianya berbagai macam jenis kayu mempengaruhi bahan bangunan tradisional yang ada. Kemudian jenis tanah di Kalimantan Selatan yang cenderung berawa memberikan pengaruh kepada bentuk pondasi. Pada daerah Kerajaan Banjar masa lalu, sungai adalah sarana yang sangat penting bagi jalur komunikasi dan transportasi. Hal ini menyebabkan begitu banyaknya bangunan-bangunan yang dibuat di sepanjang aliran sungai pada waktu itu. Mengingat daerah pinggiran

sungai mempunyai jenis tanah yang rendah dan berair maka bangunan tersebut harus mempunyai bentuk pondasi yang mantap untuk menyokong bangunan di atasnya.

Tanah gambut adalah jenis tanah lunak dengan daya dukung yang rendah dan kemampumampatan yang tinggi. Tanah gambut memiliki tekstur terbuka dimana selain pori-pori makro, tekstur tanah gambut juga didominasi oleh pori-pori mikro yang berada di dalam serat-serat gambut. Dengan sistem pori ganda dan tingkat homogenitas yang tidak merata tersebut, serta berat isi tanah yang mendekati berat isi air, maka masalah pemampatan (*compressibility*) yang besar bisa mengakibatkan penurunan (*settlement*) yang besar juga. Selain itu karena tanah gambut ini sangat lembek pada umumnya mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang rendah, bahkan menurut penelitian Jelisic, Leppanen (1993) bahwa daya dukung tanah gambut lebih rendah dari pada tanah *soft clay* sehingga bisa mengakibatkan kelongsoran/keruntuhan (*bearing capacity failure*); hal ini menjadi masalah utama bagi struktur yang akan dibangun di atasnya. Salah satu metode perbaikan tanah gambut adalah metode stabilisasi, yaitu dengan cara memasukkan suatu bahan stabilisasi ke dalam tanah gambut untuk memperbaiki sifat fisik dan sifat teknisnya.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh bentuk alternatif desain pondasi kacapuri untuk bangunan rumah bubungan tinggi / rumah panggung di atas tanah gambut yang distabilisasi. Diharapkan pondasi alternative ini nantinya dapat memberikan salah satu solusi dalam pembangunan rumah di atas tanah gambut pada aplikasi nyata.

2. Dasar Teori

Pondasi Kacapuri

Rumah Tradisional Kalimantan Selatan

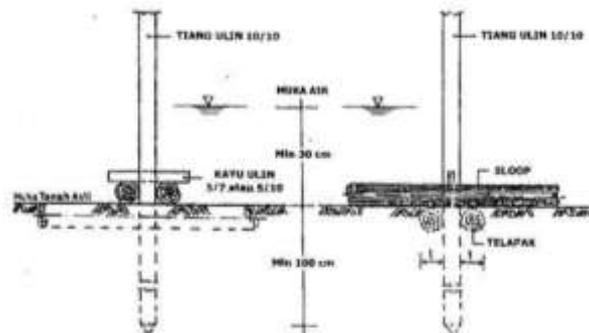
Bentuk dari berbagai macam rumah tradisional tiap daerah biasanya dipengaruhi oleh lingkungan alam sekitarnya. Pengaruh ini bisa berupa sumber daya alam yang tersedia, bentuk daratan atau cuaca yang terjadi di daerah tersebut. Di Kalimantan Selatan yang merupakan daerah tropis dengan hutan yang banyak, tersedianya berbagai macam jenis kayu mempengaruhi bahan bangunan tradisional yang ada. Kemudian jenis tanah di Kalimantan Selatan yang cenderung berawa memberikan pengaruh kepada bentuk pondasi.

Pondasi Tradisional Kalimantan Selatan

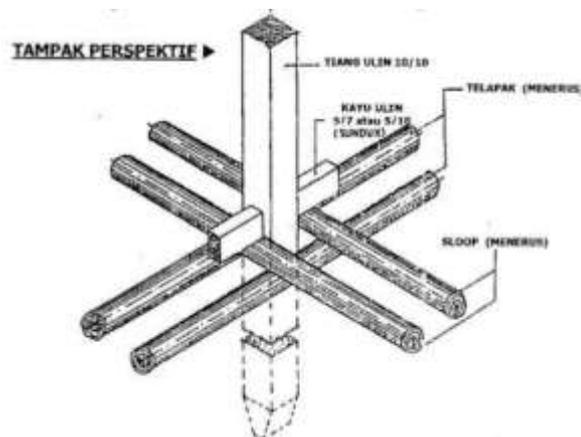
Untuk pondasi biasanya dipakai kayu galam yang banyak terdapat di sepanjang rawa Kalimantan. Kayu galam ini mempunyai sifat yang khusus sehingga sangat pas untuk dijadikan bagian pondasi bangunan rumah di sepanjang pinggir sungai. Sifat kayu galam adalah semakin terendam maka kekuatannya menjadi awet. Kayu galam yang terendam di lumpur terus menerus mempunyai kekuatan sampai puluhan tahun.

Untuk pondasi kacapuri umumnya menggunakan kombinasi kayu ulin dan kayu galam. Kayu Ulin dalam bentuk balokan, sebagai bahan utama tiang dan tongkat yang bertumpu di tanah sebagai pendukung bangunan rumah. Antara tiang dan tongkat

dibedakan : Tiang adalah balok yang pangkalnya bertumpu dalam tanah dengan ujungnya sampai pada dasar atap di atas bubungan. Tongkat adalah balok yang pangkalnya bertumpu dalam tanah dengan ujungnya sampai pada dasar lantai. Kayu galam yang digunakan dalam pondasi ini biasanya berdiameter minimal 15 cm untuk tampuk ujung dan sekitar 20 cm untuk tampuk tengahnya. Cara pemasangannya agak berbeda dengan cara batang besar yang hanya satu lapis. Untuk pondasi batang kecil ada dua lapis, bagian bawah disebut Kacapuri dan lapisan atas disebut kalang sunduk, yaitu untuk penahan sunduk tiang atau sunduk tongkat. Ujung tiang atau tongkat tertancap hingga kedalaman dua meter dari permukaan tanah.



Gambar 1. Tampak desain pondasi kacapuri (Iskandar 2000)



Gambar 2. Perspektif desain pondasi kacapuri (Iskandar 2000)

Keterangan Gambar :

- Telapak = berfungsi memindahkan beban dari atas ke tanah
- Tiang = tiang bangunan tertanam \pm 1 meter ke tanah dari kayu besi ukuran 10/10
- Sunduk = berfungsi meneruskan beban dari tiang ke pondasi, terbuat dari kayu besi ukuran 5/7

Daya Dukung Pondasi Kacapuri

Menurut Iskandar (2000), Pondasi Kacapuri dianggap berperilaku seperti pondasi menerus dengan panjang pondasi B adalah panjang tiang galam yang digunakan. Untuk menganalisa nilai daya dukung pondasi Kacapuri dapat digunakan beberapa persamaan yaitu formula Terzaghi (1943) dan formula Ohsaki (1984):

a. Terzaghi 1943 (Bowles, 1977)

Menerus

$$q_u = c.N_c + q.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma$$

persegi / bujur sangkar :

$$q_u = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,4.\gamma.B.N_\gamma$$

lingkaran :

$$q_u = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,3.\gamma.B.N_\gamma$$

dimana

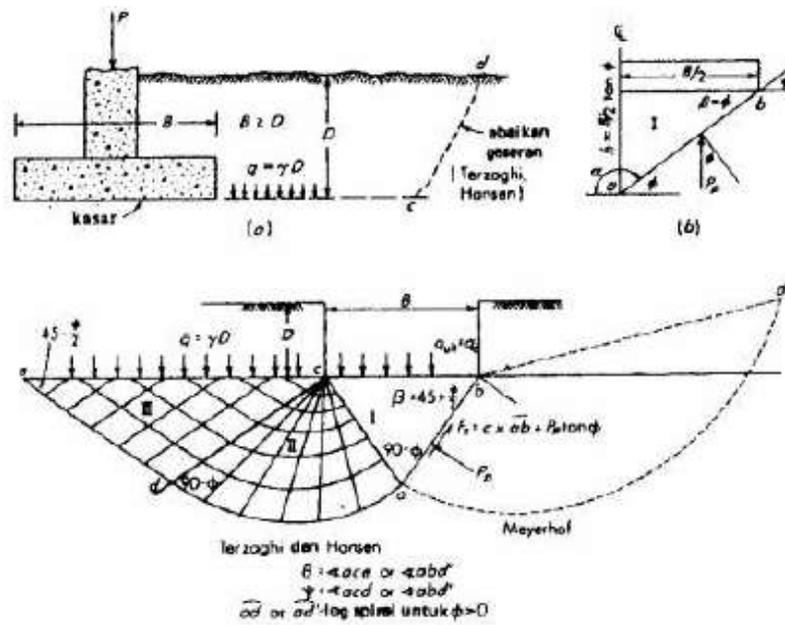
q_u = daya dukung batas pondasi

q_a = daya dukung izin pondasi

c = kohesi tanah

ϕ = sudut geser dalam

$q = \gamma.D$



Gambar 2.

- a. Untuk pondasi dangkal dengan dasar kasar, formula Terzaghi dan Hansen mengabaikan geseran sepanjang cd.
- b. Daerah 1 untuk β Terzaghi menggunakan $\beta = \phi$; yang lain $(45 + \phi/2)$
- c. Interaksi tanah dengan telapak umumnya formula kapasitas dukung untuk Terzaghi (1943). Hansen (1970) sisi kiri, dan Meyerhof (1951) sisi kanan.

D = kedalaman dasar telapak dari permukaan galian

B = Ukuran terkecil telapak dan sebagai diameter pada bentuk lingkaran.

γ = berat volume tanah

N_q, N_c, N_γ = faktor kapasitas dukung untuk pasir lepas dan lempung buruk N_q, N_c, N_γ diganti dengan N_q', N_c', N_γ'

b. Oshaki (Sujono Sosrodarsono, 1984)

Syarat fondasi dangkal ; $D \leq B$ dimana :

$$q_u = \alpha.c.N_c + \beta.\gamma.B.N_\gamma + \gamma.D.N_q$$

$\alpha_1 \beta$ = faktor bentuk (tabel ohsaki)

$N_{ci} N_{qr} N_\gamma$ = faktor kapasitas dukung dari tabel oshaki.

c. Mayerhof 1951 (Bowles, 1977)

Beban vertikal :

$$q_u = cN_{cs}d_c + qN_{qs}d_q + 0,5\gamma BN_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Beban miring

$$q_u = cN_{cd}i_c + qN_{qd}i_q + 0,5\gamma BN_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

dimana

$$q = e^{\eta \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2 (45 + \phi/2) ;$$

Tabel 1 Faktor kapasitas dukung formula Terzaghi

ϕ°	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5,71	1,00	0	3,81	1,00	0
5	7,32	1,64	0	4,48	1,39	0
10	9,64	2,70	1,20	5,34	1,49	0
15	12,80	4,44	2,40	6,46	2,73	1,20
20	17,70	7,43	4,60	7,90	3,88	2,00
25	25,10	12,70	9,20	9,86	5,60	3,30
30	37,20	22,50	20,00	17,70	8,32	5,40
35	57,80	41,40	44,00	16,80	12,80	9,60
40	95,60	18,20	114,00	23,20	20,50	19,10
45	172,00	173,00	320,00	34,10	35,10	27,00

Tabel 2 Faktor kapasitas dukung formula Ohsaki

ϕ°	N_c	N_γ	N_q	ϕ°	N_c	N_γ	N_q
0	5,30	0,00	1,00	28	11,40	4,40	7,10
5	5,30	0,00	1,40	32	20,90	10,60	14,10
10	5,30	0,00	1,90	36	42,20	30,50	31,60
15	6,50	1,20	2,70	40	95,70	115,70	81,30
20	7,90	2,00	3,90	45	172,30	325,80	173,30
25	9,90	3,30	5,60	50	347,50	1073,40	415,10

Tabel 3 Faktor Bentuk Fondasi

Faktor bentuk	Faktor bentuk pondasi			
	Menerus	Bujur sangkar	Persegi	Lingkaran
α	1,0	1,3	$1,0 + 0,3 (B/L)$	1,3
β	0,5	0,4	$1,5 - 0,1 (B/L)$	0,3

B = sisi pendek : L = sisi panjang

Tanah Gambut

Metode Perbaikan Tanah Gambut

Karena sifat tanah gambut yang sangat tidak menguntungkan bagi konstruksi bangunan sipil di atasnya, diperlukan suatu perbaikan tanah gambut (*peat soil improvement*) untuk meningkatkan daya dukungnya (*bearing capacity*) sebelum digunakan sebagai penopang bangunan sipil di atasnya. Beberapa hal yang menjadi perhatian dalam memilih metode perbaikan tanah gambut adalah :

1. Tebal lapisan gambut.
2. Jenis tanah gambut, apakah termasuk gambut berserat atau tidak berserat.
3. Besarnya pemampatan yang harus ditanggulangi.

Salah satu metode perbaikan tanah gambut adalah metode stabilisasi.

Metode Stabilisasi Tanah Gambut

Metode perbaikan tanah gambut selain metode mekanis adalah metode stabilisasi. Yang dimaksud stabilisasi disini adalah mencampurkan bahan lain ke dalam tanah gambut untuk memperbaiki sifat – sifat tanah gambut tersebut. Pada tanah lempung stabilisasi yang dilakukan terutama dengan bahan kapur memberikan hasil yang memuaskan, namun penggunaan kapur pada gambut kurang berhasil dibanding metode perbaikan tanah secara mekanis yang telah dijelaskan sebelumnya. Hal ini kemungkinan disebabkan tanah gambut yang tidak memiliki kandungan silika

yang dibutuhkan kapur untuk membentuk CaSi_2O_3 dalam bentuk gel yang nantinya perlahan akan mengkristal membentuk *Calcium Silicate Hydrates*. Hal lain yang masih menjadi masalah adalah lapisan yang distabilisasi umumnya hanya setebal 60 cm di permukaan tanah gambut saja sehingga bagian bawah masih belum cukup kuat menerima beban yang ada di atasnya.

Penggunaan kombinasi abu sekam padi dan kapur telah banyak digunakan sebagai bahan tambahan pada dunia ketekniksipilan. Beberapa contoh aplikasinya adalah sebagai bahan stabilisasi pada tanah ekspansif Surabaya Barat (Agus T.J. dan Denny S.A. 2002). Selain itu juga sebagai bahan stabilisasi sub grade tanah ekspansif (Pao Y. dan Herman T. 2002)

Pada stabilisasi tanah lempung, penggunaan bahan kapur telah menunjukkan hasil yang cukup memuaskan. Bowles (1997) menyatakan bahwa penambahan kapur sebesar 2% - 4% dari volume lempung yang akan distabilisasi akan menurunkan indeks plastisitasnya. Namun penggunaan kapur untuk tanah gambut tidak dapat dilakukan karena ketiadaan kandungan silica pada gambut. Untuk memecahkan masalah ini maka ditambahkan abu sekam padi (*rice husk ash*) yang memiliki kandungan silica yang besar dan jumlahnya melimpah di Indonesia serta masih kurang memiliki nilai ekonomis di masyarakat.

Dalam hal stabilisasi tanah gambut, penggunaan kombinasi abu sekam padi dan kapur telah diteliti oleh Faisal dan Mochtar (2010). Hasil penelitian memberikan prosentase stabilisasi optimum campuran bahan stabilisasi 30% kapur dan 70% abu sekam dengan kadar campuran bahan stabilisasi untuk tanah gambut sebesar 10%. Pada umur stabilisasi 30 hari diperoleh total regangan yang terjadi berkurang sampai dengan 27% dari total regangan tanah gambut sebelum distabilisasi. Untuk prosentase optimum bahan stabilisasi yang diperlukan oleh tanah gambut yang mendapat pengaruh air sekitar telah diteliti oleh Ma'ruf, M.A. (2013) dimana diperoleh prosentase bahan stabilisasi yang dicampurkan sebesar 15% berat basah (112,5% berat kering) untuk umur stabilisasi minimum 30 hari dimana total regangan yang terjadi berkurang hingga 55,86% dan daya dukungnya meningkat sampai dengan 28,44%.

3. Metode Penelitian

Ada 3 (tiga) tahapan penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium dan perhitungan analisis numerik. Tahap I adalah kegiatan pengujian sifat teknis dan sifat fisik tanah gambut setelah distabilisasi. Tahap II adalah perhitungan daya dukung tanah gambut dan kekuatan pondasi kacapuri alternatif yang diperlukan. Dan tahap III adalah pembuatan desain pondasi kacapuri alternatif tersebut.

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah distabilisasi diketahui bahwa sifat fisik tanah gambut secara umum mengalami perbaikan. Nilai G_s menjadi 1,584, kadar air menurun menjadi 221,393 % sedang berat volume tanah naik menjadi 1,158 t/m^3 . Hal ini menunjukkan kalau tanah gambut menjadi lebih padat setelah dilakukan proses stabilisasi. Hal ini juga terlihat dari nilai angka pori yang menurun menjadi 3,386 dikarenakan pori tanah mengecil akibat memadatnya tanah gambut. Nilai pH naik menjadi 5,2.

Dari uji konsolidasi diperoleh nilai total pemampatan serta *vertical strain* yang terjadi. Total pemampatan secara umum semakin kecil Pemampatan yang terjadi berkurang menjadi 0,18 mm.

Gambar 5.2 menunjukkan bahwa secara umum pemampatan primer untuk tanah gambut sebelum stabilisasi berlangsung lebih lama daripada kondisi setelah distabilisasi, dimana untuk tanah gambut yang telah distabilisasi, waktu yang diperlukan untuk pemampatan primer semakin

pendek seiring dengan bertambahnya prosentase *admixture*. Hal ini karena dengan semakin bertambahnya prosentase *admixture*, maka kadar air semakin kecil sehingga jumlah air pori yang dikeluarkan saat pemampatan primer semakin sedikit dan waktu yang diperlukan semakin pendek.

Dari Gambar 5.2 juga terlihat bahwa pemampatan sekunder untuk tanah gambut sebelum distabilisasi memakan waktu lebih pendek dibandingkan pemampatan sekunder tanah gambut setelah distabilisasi. Pada kondisi setelah distabilisasi, pemampatan sekunder berlangsung semakin lama seiring dengan bertambahnya prosentase *admixture*. Hal ini dikarenakan proses keluarnya air pori dari mikro pori ke makro pori memerlukan waktu yang lebih lama dengan semakin banyaknya *water-insoluble gel* yang terbentuk seiring penambahan prosentase *admixture*.

Gambar 5.2 menunjukkan bahwa untuk sampel yang distabilisasi, pemampatan segera, pemampatan primer dan pemampatan sekunder yang terjadi secara umum semakin kecil seiring dengan bertambahnya umur stabilisasi. Hal ini karena reaksi bahan stabilisasi terus berlangsung seiring dengan bertambahnya umur stabilisasi dan gel bertambah padat sehingga pemampatan pun berkurang. Secara umum terlihat bahwa pemampatan primer untuk tanah gambut sebelum stabilisasi berlangsung lebih lambat daripada kondisi setelah distabilisasi, dimana hal ini dikarenakan tanah gambut sebelum stabilisasi memiliki angka pori yang lebih besar, sehingga tanah gambut sebelum stabilisasi bersifat lebih kompresibel, selain itu kadar air tanah gambut sebelum stabilisasi lebih besar sehingga proses keluarnya air dari makro pori yang merupakan proses pemampatan primer memerlukan waktu yang lebih lama daripada kondisi setelah distabilisasi.

Parameter kuat geser tanah gambut terkait erat dengan kondisi serat dari gambut dan parameter berat volume tanah. Hal ini dikarenakan tanah gambut termasuk dalam *frictional material / non cohesive material* dimana kuat gesernya tergantung dari lekatan antar butiran padat (serat) tanah gambut. Dari Gambar 5.3 terlihat bahwa nilai kuat geser tanah gambut meningkat seiring dengan bertambahnya prosentase bahan stabilisasi. Hal ini karena dengan semakin banyak bahan stabilisasi yang diberikan, maka *water-insoluble gel* yang dihasilkan untuk melapisi serat gambut dan menutup pori juga semakin besar sehingga gambut semakin padat dengan bertambahnya bahan stabilisasi yang melapisi serat gambut, sehingga kuat gesernya meningkat, hal ini sesuai dengan kecenderungan yang terlihat pada parameter berat volume tanah. Terlihat bahwa kuat geser tanah gambut mengalami kenaikan dengan nilai kohesi 0,1 dan sudut geser 30,646°.

Penambahan umur stabilisasi juga membuat nilai kuat geser tanah gambut semakin bertambah seperti pada Gambar 5.3. Hal ini karena dengan bertambahnya umur stabilisasi, maka reaksi pembentukan *water-insoluble gel* dari bahan stabilisasi terus berlangsung dan gel bertambah padat sehingga kuat gesernya pun meningkat.

Dari data laboratorium tanah gambut yang telah distabilisasi, kemudian dihitung nilai daya dukung tanah gambut terhadap pondasi kacapuri. Seperti yang telah disinggung pada Bab 2, nilai daya dukung dapat didekati dengan dua persamaan, yaitu formula Terzaghi (1943) dan formula Ohsaki (1984).

Menurut Iskandar (2000), pondasi kacapuri didekati perilakunya dengan asumsi pondasi menerus, sehingga formula terzaghi yang digunakan adalah:

$$q_u = c.N_c + q.N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

dimana nilai N_c , N_q , N_γ tergantung pada nilai sudut geser tanah.

Menurut hasil lab, tanah gambut yang telah distabilisasi memiliki nilai sudut geser 30,646°. Sehingga menurut terzaghi, nilai N_c , N_q , N_γ nya adalah :

$$\phi = 30,646^\circ$$

$$N_c = 37,20$$

$$N_q = 22,50$$

$$N_\gamma = 20$$

Dengan nilai parameter lain yaitu:

$$\gamma = 1,158$$

$$q = \gamma \times h = 1,158 \times 1 = 1,158 \text{ t/m}^2$$

$$C = 0,1$$

B = asumsi panjang galam yang digunakan = 5 m

Dengan demikian, maka nilai daya dukung ultimit q_u untuk daya dukung pondasi kacapuri di atas tanah gambut yang distabilisasi menurut formula terzaghi adalah $87,675 \text{ t/m}^2$.

Pembebanan Pada Pondasi Kacapuri

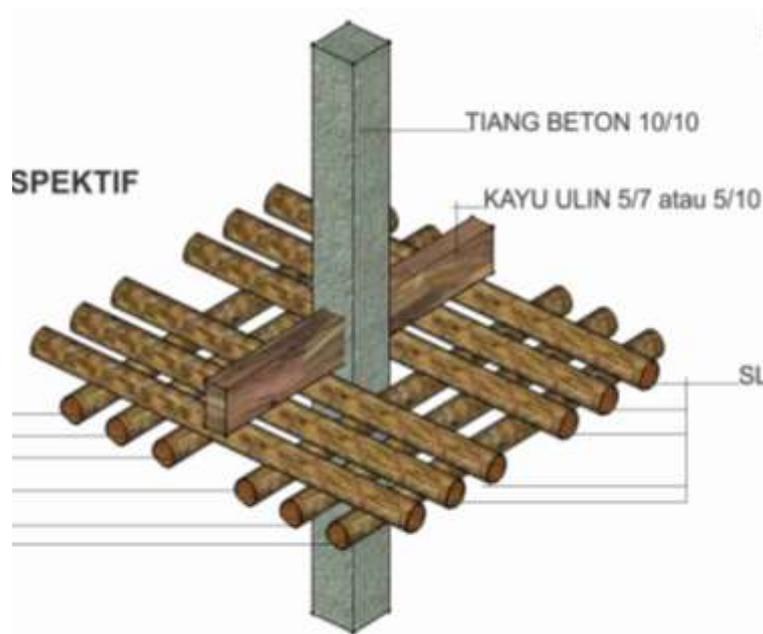
Desain asli pondasi kacapuri memanfaatkan gaya apung dari kayu galam sebagai pelampung untuk menahan beban pondasi dan mentransfernya ke tanah dasar. Oleh karena itu dalam desain alternatif, kayu galam tidak digantikan namun ditambah untuk menahan beban lebih sebagai akbiat pergantian bahan tiang pancang dari kayu ulin menjadi beton. Dengan berat jenis kayu galam sekitar $0,75 \text{ t/m}^3$ yang lebih kecil dari berat jenis air yaitu 1 t/m^3 , maka dapat diasumsikan jika satu kayu galam memiliki daya apung sekitar $0,25 \text{ t/m}^3$.

Dari penelitian yang dilakukan Iskandar (2000) rata-rata desain pondasi asli kacapuri mampu menahan beban sebesar 2 ton dengan berat jenis kayu ulin $0,88 \text{ t/m}^3$ sampai $1,2 \text{ t/m}^3$. Jika dibandingkan dengan berat jenis beton sebesar $1,9 \text{ t/m}^3$ sampai $2,4 \text{ t/m}^3$ (sekitar 2 kali berat jenis kayu ulin), maka beban sendiri pondasi kacapuri menjadi lebih besar, sehingga perlu ditambahkan kayu galam sebagai pengapung, dimana dalam desain alternatif penelitian ini ditambahkan hingga tiga kali lipat jumlah kayu galam dari desain asli, dimana diharapkan hal tersebut bisa membantu menahan beban sendiri pondasi sebelum nantinya menahan beban struktur rumah panggung.

Tabel 5.3 Hasil Loading Tes Pondasi Kacapuri (Iskandar 2000)

Beban runtuh (P_r) model (kg)				
Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Pr (minimum)
2119,84	2120,84	2118,80	2116,40	2116,40

Dengan adanya penambahan berat sendiri pondasi tersebut, maka beban struktur yang dapat ditahan secara otomatis berkurang, dimana dengan kenaikan berat pondasi sebesar dua kali lipat diiringi dengan penambahan daya apung kayu galam menjadi tiga kali lipat, maka diperkirakan beban yang mampu ditahan oleh pondasi kacapuri alternatif menjadi sebesar sekitar 1,25 ton, yang lebih kecil dari daya dukung desain asli pondasi kacapuri, namun secara umum masih mampu menopang beban struktur lantai rumah tinggal yaitu sebesar $150 \text{ kg/m}^2 - 250 \text{ kg/m}^2$.



Gambar 4 Mekanisme pembebanan pondasi kacapuri

5. Kesimpulan

Dari data hasil penelitian laboratorium serta analisa yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sampel tanah gambut kondisi *disturbed* yang diperoleh memiliki sifat fisik dan teknis sebagai berikut :
 - a. Sifat fisik tanah gambut sebelum distabilisasi :

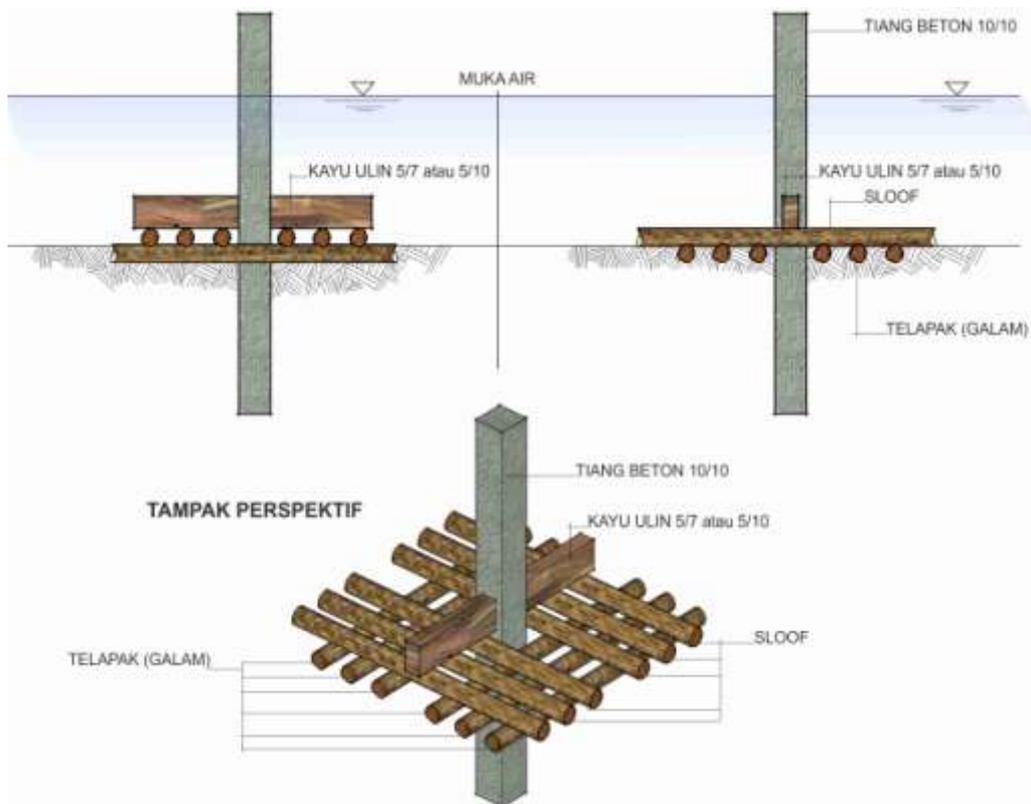
Nilai kadar air 511,269%, kadar serat 50,913 dan pH 4. Nilai *specific gravity* (Gs) adalah sebesar 1,51 dengan kadar organik sebesar 99,140. Berat volume basah tanah gambut sebesar 0,981 dengan nilai angka pori yang besar yaitu 7,57, sehingga air yang berada dalam pori tanah juga cukup besar.
 - b. Sifat teknis tanah gambut sebelum distabilisasi :

Kuat geser pada tanah gambut berserat sangat ditentukan oleh kadar serat yang dikandungnya. Nilai kuat geser tanah gambut sebelum distabilisasi adalah sebesar 0,243 kg/cm² atau 24,383 kPa. *Vertical strain* yang terjadi adalah sebesar 0,29 dengan total pemampatan yang terjadi sebesar 5,80 mm dengan lama konsolidasi 10 hari.
2. Setelah dilakukan stabilisasi dengan bahan stabilisasi (campuran 30% kapur dan 70% abu sekam), secara umum tanah gambut mengalami perubahan sifat fisik dan sifat teknisnya terutama pada umur stabilisasi 10 hari.
 - a. Sifat fisik tanah gambut setelah distabilisasi :

Nilai Gs menjadi 1,584, kadar air menurun menjadi 221,393 % sedang berat volume tanah naik menjadi 1,158 t/m³. Hal ini menunjukkan kalau tanah gambut menjadi lebih padat setelah dilakukan proses stabilisasi. Hal ini juga terlihat dari nilai angka pori yang menurun menjadi 3,386 dikarenakan pori tanah mengecil akibat memadatnya tanah gambut. Nilai pH naik menjadi 5,2.
 - b. Sifat teknis tanah gambut setelah distabilisasi :

Dari uji konsolidasi diperoleh nilai total pemampatan serta *vertical strain* yang terjadi. Total pemampatan secara umum semakin kecil Pemampatan yang terjadi berkurang menjadi 0,18 mm. Terlihat bahwa kuat geser tanah gambut mengalami kenaikan dengan nilai kohesi 0,1 dan sudut geser $30,646^\circ$.

3. Nilai daya dukung ultimit q_u untuk daya dukung pondasi kacapuri di atas tanah gambut yang distabilisasi menurut formula terzaghi adalah $87,675 \text{ t/m}^2$.
4. Dari perhitungan berat jenis dan berat sendiri pondasi kacapuri alternatif, maka diperkirakan beban yang dapat ditahan 1,25 ton, yang lebih kecil dari daya dukung desain asli pondasi kacapuri, namun secara umum masih mampu menopang beban struktur lantai rumah tinggal yaitu sebesar $150 \text{ kg/m}^2 - 250 \text{ kg/m}^2$.



Gambar 5 pondasi kacapuri alternatif

IV. Rencana Tahapan Berikutnya

Penelitian ini merupakan langkah awal dari serangkaian penelitian mengenai pondasi kacapuri dan tanah gambut yang distabilisasi. Sebagai rencana lanjutan penelitian dalam tahapan tahunan berikutnya adalah:

1. Tahun II

Pada tahun kedua direncanakan akan dilakukan permodelan *software* tentang reaksi dan kapasitas pondasi kacapuri alternatif di atas tanah gambut yang distabilisasi.

Dalam hal ini sebelum memodelkan dengan *software ansis*, maka perlu dilakukan pengujian laboratorium terhadap kayu galam untuk memperoleh diagram tegangan tarik dan tegangan tekan dari kayu galam sebagai input *software* nantinya.

2. Tahun III

Pada tahun ketiga direncanakan untuk membuat permodelan nyata di laboratorium dengan skala yang diperkecil untuk melihat bagaimana sebenarnya interaksi antara pondasi kacapuri alternatif di atas tanah gambut yang distabilisasi. Hasil pengujian laboratorium nantinya juga akan dibandingkan dengan data hasil pengolahan software pada tahun kedua.

3. Tahun IV

Pada tahun keempat direncanakan untuk membuat model riil di lapangan dan melakukan loading test terhadap model tersebut. Hal ini untuk membuktikan secara nyata di lapangan bagaimana kekuatan dan mekanisme pondasi kacapuri alternatif.

Setelah tahapan penelitian ini selesai diharapkan dapat diperoleh suatu produk akhir penelitian berupa desain pondasi kacapuri yang dapat diaplikasikan di dunia nyata.

6. Daftar Pustaka

1. Iskandar (2000). *Tinjauan Kapasitas Dukung Teoritis Pondasi Kacapuri.*, Info-Teknik Unlam
2. Ma'ruf, M.A., (2012). *Pengaruh Air Disekitar Area Lahan Gambut Yang Distabilisasi Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Teknis Tanah Gambut.* Magister Thesis ITS, Indonesia 2012.
3. Terzaghi, K. (1925). "*Principles of Soil Mechanics*". Engr. News Record, Vol. 95, pp. 832-836.