

Pengujian Model Fondasi Kacapuri dengan Penambahan Strip Plat Kayu Ulin di Tanah Gambut

Stephanus Alexsander*, Fatma Sarie, Liliana, Ayu Rosaulina Sinaga

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Indonesia

*Koresponden email: stephanus@eng.upr.ac.id

Diterima: 8 Agustus 2025

Disetujui: 19 Agustus 2025

Abstract

The distribution of peat soils with high organic content in the Kalimantan region causes low soil bearing capacity and large soil settlement, which adversely affects construction projects. Local communities commonly use kacapuri foundations made from a combination of ironwood and galam wood, but these foundations are not fully effective in resisting loads. This research modifies the foundation by adding ironwood plate strips modelled through the Plaxis 2D program and continued with prototyping in the laboratory by providing loading tests. The data used is primary data from laboratory testing with soil samples taken from the location on Bondang Street, Palangka Raya City. Laboratory testing of the physical and mechanical properties of peat soil revealed a moisture content = 580.51%, volume weight = 1,06 g/cm³, specific gravity = 1.79, ash content = 4.65%, fibre content = 33.12%, cohesion = 0,0023 kg/cm², inner shear angle = 1.8856°, shear stress from the normal stress and shear stress relationship graph = 0.006 and soil shear strength in the range of 0.0064 - 0,0174 kg/cm². The modelling that has been done provides a modification with four strips of ironwood plate. The prototype made produces a decrease value according to SNI 8460: 2017 standard which is 2.5 cm in the Plaxis experiment the required load is smaller than in the laboratory. In Plaxis, a large load of 356.9 kg is required to achieve settlement, and a load of 380 kg is required in the laboratory settlement test.

Keywords: *kacapuri foundation, loading test, peat soil, ulin wood strip plate*

Abstrak

Sebaran tanah gambut dengan kandungan organik yang tinggi di daerah Kalimantan menyebabkan daya dukung tanah rendah dan penurunan tanah yang besar, sehingga berpengaruh buruk pada proyek konstruksi. Masyarakat sekitar umumnya menggunakan fondasi kacapuri yang terbuat dari kombinasi kayu ulin dan kayu galam, namun fondasi ini belum sepenuhnya efektif menahan beban. Penelitian ini melakukan modifikasi fondasi dengan menambahkan strip plat kayu ulin yang dimodelkan melalui program Plaxis 2D dan dilanjutkan dengan pembuatan prototipe di laboratorium dengan sampel tanah yang diambil dari Lokasi yang berada di Jalan Bondang, Kota Palangka Raya. Hasil pengujian laboratorium terhadap sifat fisik dan mekanik tanah gambut didapatkan nilai kadar air = 580,51%, berat volume = 1,06 g/cm³, berat jenis = 1,79, kadar abu = 4,65%, kadar serat = 33,12%, kohesi = 0,0023 kg/cm², sudut geser dalam = 1,89°, tegangan geser dari grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser = 0,006 dan kuat geser tanah pada rentang 0,0064-0,0174 kg/cm². Permodelan yang telah dilakukan memberikan modifikasi dengan empat strip plat kayu ulin. Prototipe yang dibuat menghasilkan nilai penurunan sesuai standar SNI 8460:2017 yaitu 2,5 cm pada percobaan Plaxis beban yang diperlukan lebih kecil dari pada laboratorium. Pada Plaxis diperlukan besar beban yaitu 356,9 kg untuk mencapai penurunan, dan diperlukan beban sebesar 380 kg pada uji penurunan di laboratorium.

Kata Kunci: *fondasi kacapuri, pengujian pembebanan, strip plat kayu ulin, tanah gambut*

1. Pendahuluan

Kalimantan merupakan salah satu wilayah dengan sebaran tanah gambut yang luas di Indonesia (Lesmana, 2022). Tanah gambut memiliki kandungan organik yang tinggi, dengan sifat fisik dan mekanik yaitu memiliki kadar air tinggi, angka pori besar, berat volume kecil, serta kuat geser dan kohesi yang rendah (ASTM D4427, 2023) mengakibatkan tanah gambut rentan mengalami penurunan sehingga menjadi tantangan tersendiri dalam pelaksanaan proyek konstruksi di atasnya. Ada berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi penurunan tanah contohnya seperti penggunaan fondasi yang sesuai dengan kondisi tanahnya.

Fondasi harus direncanakan dan dibangun agar aman dalam memikul beban yang bekerja padanya tanpa mengurangi kestabilan ataupun menyebabkan deformasi yang besar pada bangunan tersebut, atau

bangunan lain yang ada disekitarnya (SNI 8460:2017). Masyarakat setempat umumnya menggunakan fondasi kacapuri yang terbuat dari kombinasi kayu ulin dan kayu galam sebagai solusi untuk menopang bangunan di atas tanah gambut (Seman, 2006). Fondasi kacapuri termasuk ke dalam tipe fondasi dangkal yang mengapung di atas permukaan tanah gambut. Penggunaan fondasi kacapuri belum sepenuhnya optimal dalam menahan beban sehingga masih banyak bangunan yang mengalami kerusakan. Kegagalan fondasi dapat disebabkan oleh kurangnya perencanaan dan desain yang baik untuk fondasi tersebut. Kegagalan juga bisa terjadi karena terdapat kerusakan pada tiang kayu ulin dan terdapat suduk kayu yang patah (Nurfansyah *et al.*, 2020).

Penelitian sebelumnya membahas karakteristik sifat fisik dan sifat mekanik tanah gambut serta upaya untuk meningkatkan daya dukungnya (Heldiansyah, *et al.*, 2014). Penelitian ini dilakukan dengan memberikan inovasi berupa perencanaan desain ataupun model modifikasi dengan penggunaan strip plat kayu ulin pada fondasi kacapuri. Berbagai modifikasi fondasi kacapuri dilakukan, namun pada penggunaan material seperti kayu ulin dalam bentuk strip plat yang berfungsi sebagai penguat tambahan pada fondasi kacapuri masih jarang diteliti secara laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi kacapuri dengan penambahan strip plat kayu ulin terhadap penurunan tanah gambut dengan menggunakan bantuan Plaxis 2D serta melalui pengujian model di laboratorium. Pengujian ini juga menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah gambut untuk mengetahui solusi teknis yang lebih efektif pada pembangunan di atas tanah gambut, khususnya pada wilayah Kalimantan.

2. Metode Penelitian

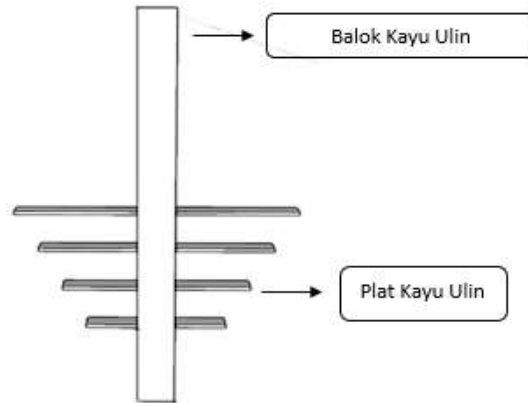
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan eksperimen. Penelitian dimulai dengan melakukan pengambilan sampel tanah gambut yang berlokasi di Jalan Bondang, Kelurahan Palangka, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya. Sampel tersebut diuji sifat fisik dan mekaniknya di laboratorium untuk mendapatkan data primer pada penelitian ini. Pengujian yang dilakukan yaitu kadar air, kadar serat, kadar abu, berat volume, berat jenis dan kuat geser langsung. Setelah mendapatkan parameter tanah dari laboratorium, selanjutnya dilakukan analisis pemodelan tanah gambut dan modifikasi fondasi kayu dengan bantuan software Plaxis 2D. Setelah dianalisis, tahapan berikutnya adalah membuat prototipe dari modifikasi fondasi kayu. Kemudian, dilakukan pengecekan terhadap besar bebannya saat penurunan mencapai batas izin SNI 8460:2017 yaitu 2,5 cm. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Model rencana dari prototipe dapat dilihat pada **Gambar 2**. Prototipe fondasi kacapuri tersebut merupakan modifikasi dari fondasi kacapuri pada umumnya, dengan menggunakan kayu ulin sepenuhnya sebagai fondasi kacapuri. Ukuran kayu ulin sebagai tiang fondasi menggunakan ukuran 8×8 cm dengan panjang 100 cm. Menggunakan 4 strip plat kayu ulin dengan panjang yang bervariasi, pada plat pertama yang berada di paling atas dengan panjang 600 mm, plat kedua 500 mm, plat ketiga 400 mm, dan pada plat

keempat yang berada di paling bawah 300 mm. Tebal setiap plat yaitu 8 mm dan lebar 60 mm. Uji pembebanan dilakukan setelah fondasi kacapuri diletakkan di dalam tanah yang telah diberikan perkuatan menggunakan pasir sedalam 80 cm. Setelah fondasi berdiri di atas tanah gambut, pembebanan dapat dilakukan dengan meletakkan karung berisi pasir seberat 20 kg/3 hari secara berkala ditambahkan sampai penurunan mencapai 2,5 cm.



Gambar 2. Model Rencana dari Modifikasi Kacapuri
 Sumber : Hasil Analisis (2025)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sifat Fisik Tanah Gambut

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, didapatkan hasil pengujian karakteristik sifat tanah gambut sebagai data primer seperti pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Tanah Gambut

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Nilai
Kadar air (<i>w</i>)	%	580,51
Berat volume (<i>g</i>)	g/cm ³	1,06
Berat jenis (<i>G_s</i>)	%	1,79
Kadar abu (<i>AC</i>)	%	4,59
Kadar serat (<i>FC</i>)	%	33,12

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Sesuai dengan hasil pengujian sifat fisik yang telah dilakukan di laboratorium, tanah gambut dapat dikelompokkan berdasarkan tiga faktor, yaitu:

1. Hasil dari pengujian kadar air didapatkan nilai kadar air sebesar 580,51%, sehingga tanah gambut tersebut dapat dikategorikan sebagai gambut dengan daya serap sedang (*Moderately absorbent*) dengan batas nilai 300 – 800% (ASTM D4427).
2. Hasil dari pengujian kadar abu didapatkan nilai sebesar 4,64%, sehingga tanah gambut tersebut dapat dikategorikan sebagai gambut dengan kadar abu rendah (*low ash*) dengan batas nilai < 5% (ASTM D4427).
3. Hasil dari pengujian kadar serat didapatkan nilai sebesar 33,12%, sehingga tanah gambut tersebut dapat dikategorikan sebagai gambut *hemic* dengan batas nilai 33 – 67% (ASTM D4427) dan termasuk dalam kelompok gambut berserat (*fibrous peat*) dengan kadar serat yang lebih dari 20% menurut Macfarlane & Radforth.

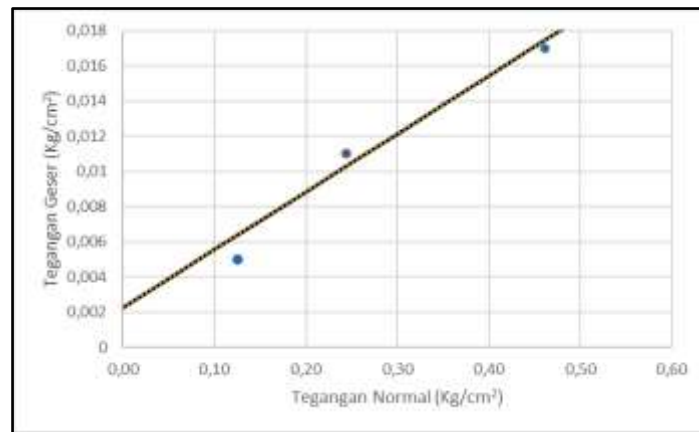
3.2. Sifat Mekanik Tanah Gambut

Sifat mekanik tanah menurut (Das, 1985), merupakan sebuah respon dari tanah terhadap tegangan dan regangan yang mempengaruhi tanah dalam kondisi sangat baik. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan berupa pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear*), ditunjukkan dalam Tabel 3 dan grafik pada Gambar 3 yang menunjukkan hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser.

Tabel 2. Normal dan Tegangan Geser

N	Tegangan Normal	Tegangan Geser
Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²
3,968	0,13	0,006
7,730	0,24	0,011
14,600	0,46	0,017

Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 3. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser
Sumber: Hasil Analisis (2025)

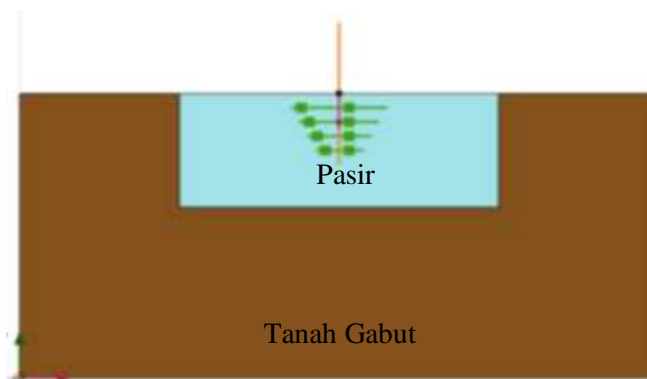
Berdasarkan hasil pengujian kuat geser langsung, maka didapatkan:

$$c = 0,0023 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi = 1,89^\circ$$

3.3. Pemodelan Tanah Gambut dan Modifikasi Fondasi Kacapuri dengan Program Plaxis 2D

Pemodelan yang dibuat dalam Plaxis mengikuti desain atau model laboratorium yang telah direncanakan, lihat Gambar 4. Pada pemodelan ini, pasir yang digunakan untuk melakukan perbaikan (improvement) pada tanah gambut adalah pasir pasang sedalam 50 cm. Selain pemodelan pada Gambar 4, dimodelkan juga fondasi kayu dengan tanpa adanya plat strip baja, dengan satu plat strip baja, dengan dua plat strip baja dan dengan tiga plat strip baja. Dari pemodelan modifikasi fondasi kayu yang telah dibuat, selanjutnya akan dianalisis untuk melihat seberapa besar penurunan yang terjadi pada masing-masing model tersebut.



Gambar 4. Pemodelan Fondasi Kacapuri yang telah Dimodifikasi Menggunakan Empat Strip Plat Kayu Ulin
Sumber: Hasil Analisis (2025)

3.4. Analisis Permodelan Modifikasi Fondasi Kacapuri dengan Program Plaxis 2D

Pemodelan fondasi kacapuri yang telah dibuat pada Gambar 4 selanjutnya akan dianalisis menggunakan bantuan dari program plaxis dengan *constitutive soft soil model*. Model yang sangat cocok digunakan pada kasus-kasus geoteknik terutama pada tanah gambut adalah *constitutive soft soil model*. Model *soft soil* dipilih karena dinilai *reasonable* terhadap kasus fondasi.

Setelah analisis dilakukan menggunakan Plaxis 2D, terlihat pengaruh yang signifikan dari besarnya beban terhadap penurunan yang terjadi serta total perpindahan pada fondasi kacapuri, baik yang telah

dimodifikasi maupun yang tidak dimodifikasi. Fondasi kacapuri tanpa modifikasi maupun perbaikan pada tanah gambut mengalami kegagalan atau tidak dapat dianalisis oleh plaxis karena menghasilkan data yang tidak realistis. Hal ini dapat dilihat secara langsung pada output yang ditampilkan oleh gambar berikut.

Point	Step	F _y [kN/m]	u _y [m]
0	0	0,000	N/A
1	1	0,000	0,000
2	1	-1,790	0,000
3	2	-3,559	-0,001

Gambar 5. Dampak Besarnya Beban terhadap Penurunan pada Model Tanpa Modifikasi dan Tanpa Perbaikan Tanah Gambut

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dari hasil yang diperoleh, dapat diasumsikan bahwa model yang menggunakan modifikasi strip plat kayu ulin serta adanya perbaikan tanah gambut lebih efektif dibandingkan dengan model tanpa modifikasi. Berikut ini merupakan rekapitulasi besar beban dari seluruh model baik yang tidak dilakukan modifikasi maupun yang dimodifikasi serta dengan adanya perbaikan tanah gambut untuk mencapai penurunan yang telah ditargetkan.

Tabel 3. Normal dan Tegangan Geser

Model	Besar beban (kg)	Penurunan (cm)
Tanpa diberikan modifikasi	346,8	2,5
Diberi modifikasi satu strip plat kayu ulin	356,8	2,5
Diberi modifikasi dua strip plat kayu ulin	355,2	2,5
Diberi modifikasi tiga strip plat kayu ulin	349,1	2,5
Diberi modifikasi empat strip plat kayu ulin	356,9	2,5

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Pada **Tabel 3** dapat diketahui bahwa model fondasi yang paling efektif untuk mencapai batas penurunan sesuai izin yaitu sebesar 2,5 cm adalah model fondasi kacapuri yang diberi modifikasi dengan empat strip plat kayu ulin. Model tersebut dapat mencapai penurunan sebesar 2,5 cm ketika diberikan beban sebesar 356,9 kg. Dengan demikian, model modifikasi fondasi kacapuri menggunakan empat strip plat kayu ulin dibuat dalam bentuk prototipe untuk dilakukan pengujian beban di laboratorium.

3.5. Uji Pembebanan pada Prototipe Fondasi Kacapuri

Bentuk realisasi fisik dari fondasi kacapuri yang dimodifikasi dengan empat strip plat kayu ulin dapat dilihat pada **Gambar 6**. Dalam pengujian dilakukan pembebanan bertahap dengan menaruh beban yaitu berupa karung berisi pasir dengan berat 20 kg yang akan ditambah setiap tiga hari sekali sampai penurunan mencapai target, (**Gambar 7**). Selanjutnya dilakukan pengamatan untuk melihat seberapa besar penurunan yang terjadi pada prototipe modifikasi fondasi kayu tersebut setelah diberikan beban. Contoh hasil pengamatan di laboratorium dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 6. Prototipe Fondasi Kacapuri yang Dimodifikasi
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 7. Pengujian Pembebanan di Laboratorium
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 8. Pembacaan Penurunan di Laboratorium
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Berikut ini merupakan hasil dari pengamatan setelah dilakukannya uji pembebanan di laboratorium pada prototipe fondasi kacapuri.

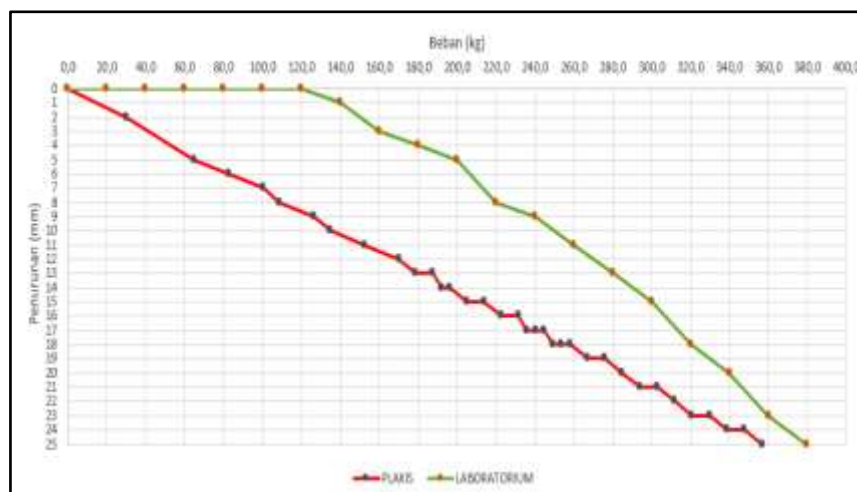
Tabel 4. Besar Beban terhadap Penurunan yang terjadi pada Pengujian di Laboratorium

Beban (kg)	Penurunan (cm)
20	0,0
40	0,0
60	0,0
80	0,0
100	0,0
120	0,0
140	0,1
160	0,3
180	0,4
200	0,5
220	0,8
240	0,9
260	1,1
280	1,3
300	1,5
320	1,8
340	2,0
360	2,3
380	2,5

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Berdasarkan **Tabel 4** dapat dilihat bahwa total beban ketika penurunan yang terjadi mencapai 2,5 cm atau 25 mm adalah sebesar 380 kg. grafika hubungan antara besar beban terhadap penurunan yang terjadi dapat dilihat pada **Gambar 9**.

Dari grafik pada **Gambar 9** tersebut dapat dilihat pola yang terjadi adalah pola linear positif, yang artinya semakin besar beban yang diberikan maka penurunan yang terjadi juga akan semakin besar. Nilai R square (koefisien determinasi) sebesar 0,9125 atau 91,25% menunjukkan bahwa variasi beban memberikan pengaruh sebesar 91,25% terhadap besarnya penurunan. Persamaan regresi yang diperoleh dari grafik, yaitu $Y = 0,0728X - 6,4035$, menunjukkan bahwa setiap penambahan beban sebesar 1 kg (variabel X) pada prototipe fondasi kacapuri akan menyebabkan penurunan (variabel Y) meningkat sebesar 0,728 mm.



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Besarnya Beban dan Penurunan yang Terjadi pada Plaxis dan Uji Laboratorium
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis, besar beban pada Plaxis yang menggunakan kacapuri dengan empat strip plat kayu ulin terlihat lebih kecil dari pada besar beban kacapuri menggunakan empat

strip plat kayu ulin di laboratorium. Perbedaan yang ada kemungkinan disebabkan oleh perhitungan Plaxis yang lebih rinci dan teliti dalam menganalisis data. Selain itu, di lapangan yang ada di laboratoium terdapat faktor eksternal seperti cuaca, misalnya hujan yang tidak diperhitungkan dalam analisis plaxis, sehingga hal tersebut dapat menjadi penyebab perbedaan hasil diantara keduanya.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengujian laboratorium terhadap sifat fisik dan mekanik tanah gambut didapatkan nilai kadar air = 580,51%, berat volume=1,06 g/cm³, berat jenis = 1,79, kadar abu = 4,65%, kadar serat = 33,12%, kohesi = 0,0023 kg/cm², sudut geser dalam = 1,89°, tegangan geser dari grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser = 0,006 dan kuat geser tanah pada rentang 0,0064 – 0,0174 kg/cm². Hasil analisis program Plaxis 2D menunjukkan bahwa model modifikasi fondasi kacapuri yang dimodifikasikan menggunakan strip plat kayu ulin yang efektif dalam menahan beban adalah model yang menggunakan empat strip plat kayu ulin. Besar beban saat penurunan mencapai batas izin SNI 8460:2017 yaitu 2,5 cm adalah 380 kg dari pengujian lapangan dan 356,9 kg dari analisis Plaxis 2D. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan prototipe dari modifikasi fondasi kacapuri yang akan diuji pembebanan laboratorium hendaknya memiliki lebih banyak model modifikasi sehingga hasil yang didapatkan juga beragam. Selain bentuk prototipe fondasi kayu dan strip baja juga diperlukan adanya perkuatan dengan pengukuran CBR pada perkuatan tanah pasir untuk dapat memberikan hasil yang lebih optimum.

5. Referensi

- [1] American Society for Testing and Materials. (2023). "Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing". ASTM D4427-23, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [2] Agus, F., dan Subiksa, I. M. (2008). Lahan gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek. *Balai Penelitian Tanah dan Word Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor*, 36.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 8640:2017 *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: BSN.
- [4] Das, B. M. (1985). *Mekanika Tanah-Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid 1, 2, Terjemahan oleh Noor Endah Mochtar, Ir., M. Sc* (Doctoral dissertation, Ph. D, dan Indra Surya B. Mochtar, Ir., M. Sc., Ph. D. Principles of Geotechnical Engineering, Penerbit Erlangga, Jakarta).
- [5] Harwadi, F. dan Mochtar, N.E., 2010. *Compression Behavior of Peat Soil Stabilized with Environmentally Friendly Stabilizer*. In: Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010). pp.9–10.
- [6] Hedliansyah, J.C., Ma'ruf, M.A., dan Krasna, W.K. (2014). "Inovasi Desain Pondasi Kacapuri di Atas Tanah Gambut yang Distabilisasi". *Jurnal LANTING (Journal of Architecture)*, Vol.3, No.1, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan.
- [7] Iskandar, I., 2000. *Tinjauan Kapasitas Dukung Teoritis Fondasi Kacapuri*. Infoteknik, 1(1), pp.13–21.
- [8] Lahabu, D., Faisal, A. and Bacthiar, V., 2021. *Studi Karakteristik Kompresibilitas Tanah Gambut Di Kota Pontianak Menggunakan Alat Uji Rowe Cell*. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 8(2).
- [9] Landva, A.O., P. La Rochelle, dan P.M. Jarrett, ed., 1982, "*Compressibility and Shear Characteristics of Radforth Peats*", Testing of Peats and Organic Soils, ASTM, STP. 820
- [10] Lesmana, R. (2022). "Identifikasi Kenampakan Fisik Tanah Gambut (Peat Soil) di Kelurahan Tanjung Selor Timur Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara". *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol.6, No.3, pp.13688-13693.
- [11] MacFarlane, I.C., 1969. *Engineering characteristics of peat*. Muskeg engineering handbook, pp.78–126.
- [12] Mochtar, N.E. dan Yulianto, F.E. (2014). "Pengaruh usia stabilisasi pada tanah gambut berserat yang distabilisasi dengan campuran CaCO₃ dan pozolan". *Jurnal Teknik Sipil ITB*, Vol.21, No.1, pp.57–64.
- [13] Nugroho, S.A., 2011. *Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut dengan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu*. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 18(1), pp.31–40.
- [14] Nurfansyah, N., Saud, M.I., Wastuti, P.W., Aini, A.Q. dan Agusniansyah, N. (2020). "Perkembangan Pondasi Tiang Kayu Pada Rumah Tinggal Di Banjarmasin". *Info-Teknik*, Vol.21, No.2, pp.199–214.
- [15] Seman, S. dan Irhamna, (2006). "Arsitektur tradisional Banjar, Kalimantan Selatan". Lembaga Pengkajian dan Pelestarian Budaya Banjar, Kalimantan Selatan.