

DAYA DUKUNG PONDASI KACAPURI ALTERNATIF PADA TANAH LEMPUNG**Muhammad Afief Ma'ruf^{1*}, Ulfa Fitriati¹ dan Lailan Ni'mah²**¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 35,5 Banjarbaru.

*Email: afief.maruf@ulm.ac.id

Abstrak

Bentuk substruktur tradisional masyarakat Kalimantan antara lain yaitu pondasi tiang ulin, pondasi tiang galam, pondasi batang besar, dan pondasi kacapuri. Salah satu penelitian terdahulu tentang pondasi kacapuri alternatif yaitu dengan mengkombinasikan rakit cerucuk galam dengan tiang beton bertulang. Desain alternatif ini dibuat karena tiang kayu ulin sudah langka ditemui di pasaran sehingga digantikan dengan tiang beton. Penelitian tersebut awalnya diterapkan pada tanah gambut, namun pada kenyataan di lapangan, pondasi kacapuri lebih banyak diterapkan pada tanah lempung di sekitar bantaran sungai. Oleh karena itu penelitian kali ini melihat bagaimana daya dukung pondasi tersebut jika diterapkan di atas tanah lempung. Penelitian menggunakan data tanah aluvial lokal Kalimantan Tengah dan sebagai acuan aplikasi pada bangunan menggunakan model rumah sederhana tipe 42. Beban total rumah tersebut adalah sebesar 14,36 kN, dimana beban inilah yang nantinya akan diterima oleh pondasi kacapuri alternatif. Dari hasil penelitian diperoleh daya dukung tanah ultimit adalah sebesar 34,2 kN/m², dengan berat sendiri pondasi kacapuri alternatif sebesar 5,66 kN.

Kata kunci : daya dukung, kacapuri, lempung, pondasi

1. PENDAHULUAN

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

Untuk pondasi biasanya dipakai kayu ulin dan kayu galam yang banyak terdapat di sepanjang rawa Kalimantan. Bentuk substruktur tradisional masyarakat Kalimantan antara lain yaitu pondasi tiang ulin, pondasi tiang galam, pondasi batang besar, pondasi kacapuri, termasuk penelitian oleh Ma'ruf, M. A., dkk (2013) yaitu rakit cerucuk galam yang dikombinasi dengan tiang beton bertulang. Desain alternatif ini dibuat karena tiang kayu ulin sudah langka ditemui di pasaran sehingga digantikan dengan tiang beton. Kayu galam sendiri 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. Penelitian pondasi kacapuri alternatif oleh Ma'ruf, M. A., dkk (2013) diteliti untuk diterapkan pada tanah gambut yang telah distabilisasi. namun pada kenyataan di lapangan, pondasi kacapuri lebih banyak diterapkan pada tanah lempung. Oleh karena itu penelitian kali ini melihat bagaimana daya dukung pondasi tersebut jika diterapkan di atas tanah lempung.

2. METODOLOGI

Penelitian menggunakan data tanah lempung lokal Kalimantan Tengah dan sebagai acuan aplikasi pada bangunan menggunakan model rumah sederhana tipe 42. Ada 2 (dua) tahapan penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium dan perhitungan analisis. Yang pertama adalah pengambilan sampel tanah yang berlokasi di Kecamatan Mandomai, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah yang kemudian diuji sifat teknis dan sifat fisiknya. Dalam hal ini sampel tanah diuji di laboratorium untuk memperoleh parameter tanah yang diperlukan untuk perhitungan daya dukung tanah, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser dalam (ϕ).

Tahapan selanjutnya adalah menghitung daya dukung tanah untuk model pondasi kacapuri alternatif serta beban maksimum untuk rumah tipe 42 dan berat sendiri pondasi tersebut. Model pondasi kacapuri alternatif yang diterapkan adalah model dengan persilangan 6 batang kayu galam sebagai rakit atau disebut Pondasi Kacapuri 3 galam sesuai penelitian milik Ma'ruf, M. A., dkk (2013) seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Panjang tiang galam yang digunakan adalah 6 m dengan diameter 8 cm. Sunduk kayu ulin 5/7 sepanjang 4 m, dengan tiang beton 15/15 setinggi 2 m. Pondasi didesain tertanam dalam tanah sedalam 1 m. Pendekatan untuk menghitung nilai daya dukung tanahnya sendiri menurut Iskandar (2000) dianggap berperilaku seperti pondasi menerus dengan panjang pondasi adalah panjang tiang galam yang digunakan. Dalam hal ini digunakan persamaan pondasi menerus milik Terzaghi (1925) seperti dapat dilihat pada persamaan (1).

$$q_{ult} = C.N_c + \gamma.N_q.D_f + 0,5.\gamma.B.N_\gamma \quad (1)$$

dimana :

q_{ult} = Daya Dukung Ultimit Pondasi

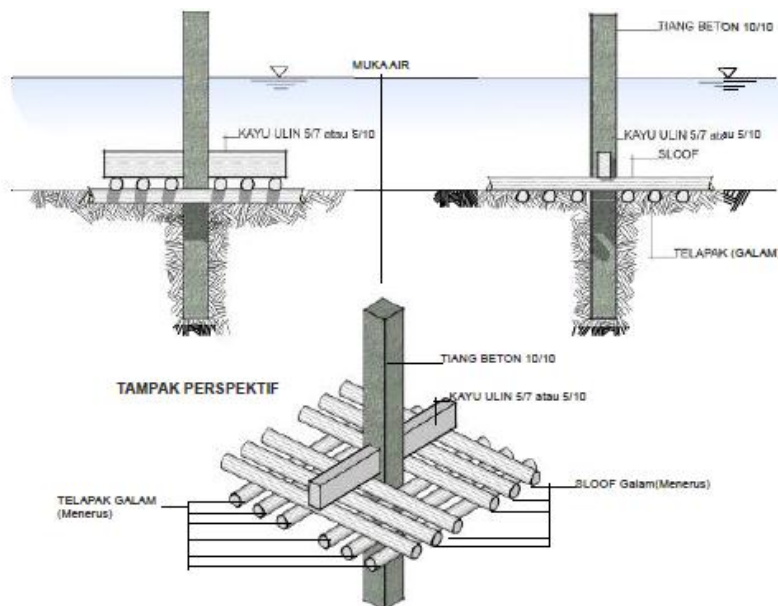
C = Kohesi Tanah

γ = Berat Volume Tanah

D_f = Kedalaman Dasar Pondasi

B = Lebar Pondasi

N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung Terzaghi ditentukan oleh besar sudut geser dalam Tabel 1.

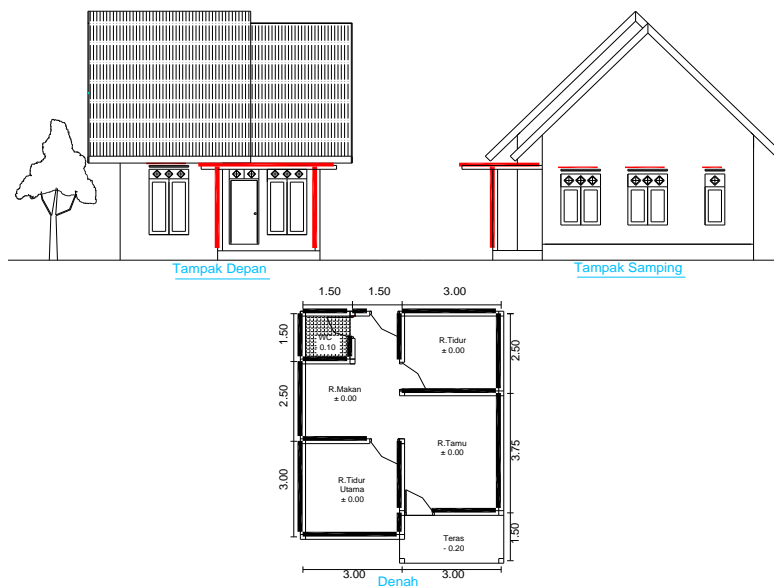


Gambar 1. Pondasi Kacapuri 3 galam (Heldiansyah, dkk, 2014)

Tabel 1. Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi (Iskandar , 2000)

Φ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Berat sendiri pondasi kacapuri alternatif dan berat total rumah sederhana tipe 42 menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia (1983), dan contoh rumah sederhana tipe 42 yang akan digunakan sebagai tinjauan dasar pada rancangan pondasi yang akan dibuat berdasarkan model milik Siti Nur Afni (2016) seperti pada Gambar 2. Setelah semua tahapan selesai kemudian diambil kesimpulan



Gambar 2. Rumah Sederhana Tipe 42 (Afni, S.N., 2016)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian sifat teknis dan sifat fisik sampel tanah lempung di lokasi penelitian, diperoleh nilai parameter tanah yang akan digunakan untuk analisis seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Tanah untuk Analisis

Jenis Tanah	Lempung
γ (kN/m ³)	15
γ_{dry} (kN/m ³)	10
C (kPa)	6
ϕ (°)	0

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum BPTPT 2015)

Dari nilai tersebut dimasukkan ke dalam Tabel 1 diperoleh nilai N_c , N_q , dan N_γ adalah sebesar 5,7; 1, dan 0. Dari nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan (1) dengan data parameter sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= 6 \text{ kN/m}^2 \\
 \gamma &= 15 \text{ kN} \\
 D_f &= 1 \text{ m} \\
 B &= 6 \text{ m} \\
 N_c; N_q; N_\gamma &= 5,7; 1; 0
 \end{aligned}$$

diperoleh daya dukung ultimit tanah adalah:

$$q_{ult} = (6).(5,7) + (15).(1) + 0,5.(15).(6).(0) = 34,2 \text{ kN/m}^2$$

Berat sendiri pondasi kacapuri alternatif kemudian dihitung berdasarkan volume masing-masing bahan, yaitu kayu galam, kayu ulin, dan beton bertulang, dengan berat jenis masing-masing bahan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Parameter Berat Jenis untuk analisis

Jenis Kayu	γ (kN/m ³)
Ulin	9
Galam	7
Beton Bertulang	25

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum BPTPT 2015)

Selanjutnya dihitung berat sendiri sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Beton bertulang} &= 0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 1,125 \text{ kN} \\ \text{Kayu Galam} &= 12 \times 6 \text{ m} \times \pi \times 0,04 \text{ m}^2 \times 7 \text{ kN/m}^3 = 2,534 \text{ kN} \\ \text{Kayu Ulin} &= 4 \times 0,05 \text{ m}^2 \times 0,07 \text{ m}^2 \times 9 \text{ kN/m}^3 = 0,126 \text{ kN} \end{aligned}$$

Diperoleh total berat sendiri pondasi adalah sebesar 5,66 kN. Untuk beban yang akan diterima pondasi nantinya dihitung berdasarkan perhitungan beban rumah sederhana tipe 42 berdasarkan penelitian milik Siti Nur Afni (2016) dengan perhitungan sebagai berikut:

➤ **Pembebanan Atap**Untuk jarak per 1 m²:

- Baja ringan (Taso/Sakura) profil C atau O:
 - Berat jenis = 7400 kg/m³
 - Berat per m² = 6 – 7 kg/m²
 - Tegangan maks. = 550 MPa
 - Kuat leleh = 550 MPa
 - Modulus geser = 80.000 MPa
 - Modulus elastis = 200.000 MPa
 - Profil baja ringan C.75.100 (tinggi=75 mm, tebal=1,00 mm), Berat = 1,29 kg/m
 - Profil web untuk reng (tinggi=40 mm, tebal=0,48 mm), Berat = 0,57 kg/m
 - Berat atap genteng metal = 5 kg/m²
 - Jarak antar kuda-kuda = 1 m
 - Jarak antar gording = 31,7 cm = 0,317 m
 - Panjang total rangka = 28,121 m
 - Berat plafond+penggantung = 11 kg/m² + 7 kg/m² = 18 kg/m²
- Maka berat dari komponen atap adalah:
- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Berat atap | = 5 kg/m ² × 1 m × 0,317 m | = 1,584 kg |
| Berat rangka kuda-kuda | = 1,29 kg/m × 28,121 m | = 36,276 kg |
| Berat plafond+penggantung | = 18 kg/m ² × 1 m × 1 m | = <u>18,000 kg</u> |
| Total Q_{Atap} | | = 55,860 kg |

➤ **Pembebanan Dinding**Untuk jarak per 1 m²:

- Bata Ringan:
 - Berat jenis kering = 520 kg/m³
 - Berat jenis normal = 650 kg/m³
 - Kuat tekan = > 4,0 N/mm²
 - Konduktifitas termis = 0,14 W/mK
 - Tebal spesi = 3 mm
 - Ukuran Bata ringan = Tinggi 20 cm; Panjang 60 cm; Lebar/Tebal 7,5 cm, 10 cm, dan 15 cm.
- Tinggi dinding = 3 m
- Balok kolom (ulin 5/10) = 0,05 m × 0,1 m
- Adukan semen = 21 kg/m²
- Berat jenis kayu ulin (kelas 1) = 900 kg/m³
- Jumlah bata ringan (20.60.10) per 1 m² = 5 × 5/3 = 8,333 = 8 buah bata
- Jumlah bata ringan penutup kuda-kuda = 8/ m² × luas segitiga kuda-kuda
= 8/ m² × 5,25 m²
= 42 buah bata

Maka berat dari komponen dinding adalah:

$$\begin{aligned} \text{Berat dinding} &= 0,20 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,075 \text{ m} \times 650 \text{ kg/m}^3 \times 8 = 46,800 \text{ kg} \\ \text{Berat spesi} &= 0,003 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 21 \text{ kg/m}^2 = 0,063 \text{ kg} \\ \text{Berat kolom (ulin 5/10)} &= (0,05 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 900 \text{ kg/m}^3 = 13,500 \text{ kg} \\ \text{Berat penutup kuda-kuda} &= 0,20 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,075 \text{ m} \times 650 \text{ kg/m}^3 \times 42 = \underline{196,560 \text{ kg}} \\ \text{Total } Q_{\text{dinding}} &= 256,923 \text{ kg} \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Lantai**

Untuk jarak per 1 m²:

- Papan ulin = Tebal 3 cm, Lebar 20 cm
- Balok gelagar (ulin 5/7) = 0,05 m × 0,07 m
- Jumlah balok gelagar per 1 m = 5 Buah
- Balok sloof/usuk (ulin 5/7) = 0,05 m × 0,07 m
- Berat jenis kayu ulin (kelas 1) = 900 kg/m³
- Ubin = 24 kg/m²
- Adukan semen = 21 kg/m²

Maka berat dari komponen dinding adalah:

$$\begin{aligned} \text{Berat keramik} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 24 \text{ kg/m}^2 = 24,000 \text{ kg} \\ \text{Berat spesi} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 21 \text{ kg/m}^2 = 21,000 \text{ kg} \\ \text{Berat lantai papan ulin} &= 0,03 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 900 \text{ kg/m}^3 = 27,000 \text{ kg} \\ \text{Berat balok gelagar} &= 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 900 \text{ kg/m}^3 \times 5 = 15,750 \text{ kg} \\ \text{Berat balok sloof/usuk} &= 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 900 \text{ kg/m}^3 = \underline{3,150 \text{ kg}} \\ \text{Total Berat dinding} &= 90,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

Hingga kemudian diperoleh beban totalnya adalah sebesar 14,36 kN. Jika pada rumah tersebut diterapkan desain pondasi kacapuri alternatif, maka diperlukan 5 buah pondasi dengan posisi 4 di pojok bangunan dan 1 di tengah. Dengan demikian maka beban yang akan diterima satu pondasi (P) nantinya adalah:

$$P = 14,36/5 + 5,66 = 8,532 \text{ kN}$$

Jika digunakan nilai *Safety Factor* daya dukung tanah sebesar 3, maka $q_{ijin} = 11,4 \text{ kN}$. Dengan demikian, nilai *safety factor* pondasi rumah sederhana tipe 42 tersebut adalah:

$$SF = 11,4/8,532 = 1,33 \text{ (Aman)}$$

Dari hasil analisa tersebut maka dapat disimpulkan bahwa daya dukung tanah untuk pondasi kacapuri alternatif tersebut masih memenuhi untuk diaplikasikan pada bangunan rumah sederhana.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis diperoleh daya dukung tanah ultimit adalah sebesar 34,2 kN/m², dengan berat sendiri pondasi kacapuri alternatif sebesar 5,66 kN. Untuk beban yang akan diterima pondasi nantinya sebesar 8,532 kN. Berdasarkan perbandingan nilai daya dukung tanah terhadap beban bangunan dan berat sendiri pondasi, diperoleh nilai *Safety Factor* untuk pondasi tersebut sebesar 1,33, yang masih dapat dikatakan aman. Dari hasil analisa tersebut maka dapat disimpulkan bahwa daya dukung tanah untuk pondasi kacapuri alternatif tersebut masih memenuhi untuk diaplikasikan pada bangunan rumah sederhana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini dengan skema Hibah Penelitian Unggulan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2018. Juga terima kasih kepada Siti Nur Afni dan pihak Kementerian Pekerjaan Umum Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar atas data yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afni, Siti Nur (2016). Analisis Penggunaan Beton Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Ulin Pada Jenis Pondasi Tradisional Untuk Bangunan Di Atas Tanah Lunak Di Banjarmasin Dan Sekitarnya. Tesis. Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.
- Heldiansyah, dkk. (2014). Inovasi Desain Pondasi Kacapuri Di Atas Tanah Gambut Yang Distabilisasi. Jurnal Lanting Edisi Februari 2014.
- Iskandar (2000). Tinjauan Kapasitas Dukung Teoritis Pondasi Kacapuri. Jurnal Info-Teknik Volume 1 No. 1, Desember 2000 (13-21)
- Kementerian Pekerjaan Umum BPTPT (2015). Laporan Kegiatan Pengkajian Teknologi Bangunan Dan Lingkungan Permukiman Tradisional Suku Dayak Ngaju, Sub Kegiatan Keandalan Sistem Struktur.
- Ma'ruf, M.A., dkk., (2013). Alternatif Desain Pondasi Kacapuri Untuk Rumah Panggung Di Atas Tanah Gambut Yang Distabilisasi. Jurnal Infoteknik Edisi Desember 2013.
- Terzaghi, K. (1925). *Principles of Soil Mechanics*. Engr. News Record, Vol. 95, pp. 832-836.