

ANALISIS PENGGUNAAN BETON SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI KAYU ULIN PADA JENIS PONDASI TRADISIONAL UNTUK BANGUNAN DI ATAS TANAH LUNAK DI BANJARMASIN

Siti Nur Afni¹, Rusdi H. A.² dan Retna Hapsari K.²

¹Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat

²Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University

ABSTRAK

Tanah jenis gambut atau lempung lunak yang mendominasi daerah Banjarmasin dan sekitarnya menyebabkan rumah-rumah tradisional dibangun menggunakan pondasi tiang pancang, yaitu sebagai rumah panggung. Meskipun konsep perumahan telah bergeser dari tradisional ke yang modern, beberapa rumah yang masih dibangun dengan fitur tradisionalnya seperti penggunaan cerucuk galam tongkat ulin seperti yang mereka lakukan di masa lalu. Dengan adanya peraturan tentang pembatasan penebangan dan penggunaan ulin, menyebabkan ulin secara komersial menjadi kurang tersedia dan harganya menjadi lebih mahal. Sehingga, diperlukan suatu alternatif pengganti kayu ulin sebagai bahan konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari desain alternatif pondasi pengganti ulin menggunakan beton sebagai bahan untuk tongkat, sementara masih menggunakan kombinasi cerucuk galam, serta merancang metode konstruksi yang diperlukan; membandingkan kekuatan dan keamanan tongkat menggunakan ulin dan beton; dan menganalisis aspek kelayakan teknis dan finansial.

Alasan untuk memilih beton sebagai pengganti ulin adalah sebagai berikut: pemilihan bahan yang mudah didapat dan mudah diproduksi dalam jumlah yang banyak; beton memiliki kekuatan lebih tinggi dari ulin untuk memikul beban dan memungkinkan membangun fleksibilitas; tongkat beton dapat disiapkan sebagai bahan pracetak (precast); hanya memerlukan ulin lebih sedikit; metode ini tidak memerlukan keahlian khusus selain ahli konvensional. Tongkat beton memiliki dimensi yang sama dengan tongkat ulin kecuali sayap, yang dimodifikasi dengan bentuk penyangga di kedua sisi memiliki fungsi yang sama dengan tongkat ulin, dan sepatu yang masih terbuat dari bahan ulin. Berdasarkan aspek kelayakan, keduanya dapat mempertahankan berat bangunan dengan aman. Sedangkan secara aspek finansial tidak memenuhi, karena tongkat beton harganya lebih mahal dibandingkan harga tongkat ulin.

Kata kunci: pondasi tradisional, pondasi tongkat kayu ulin, pondasi tongkat beton.

1 PENDAHULUAN

Pembangunan di atas tanah lunak cenderung sulit dilaksanakan, karena harus mempertimbangkan banyak faktor. Dengan adanya kondisi tersebut, kebiasaan masyarakat khususnya yang berada di lahan gambut, membangun dengan konsep rumah panggung. Seiring dengan perkembangan zaman, konsep rumah tradisional tersebut mulai berganti dengan konsep modern, namun sebagian konstruksinya seperti pondasi cerucuk galam tongkat ulin masih sering digunakan sampai sekarang.

Perkembangan teknologi konstruksi semakin pesat, menyebabkan penggunaan kayu ulin sebagai bahan bangunan yang khas menjadi lebih modern, yaitu berbahan alternatif lain. Tidak menutup kemungkinan orang mulai tidak lagi menggunakan tongkat ulin sebagai bahan pondasi dan menggunakan alternatif lain sebagai pengganti. Sehingga, perlu adanya pertimbangan untuk membuat desain alternatif pengganti tongkat ulin berbahan beton dengan fungsi yang sama, yaitu sebagai pondasi tongkat beton dengan kombinasi cerucuk galam, khususnya untuk rumah sederhana atau semi permanen.

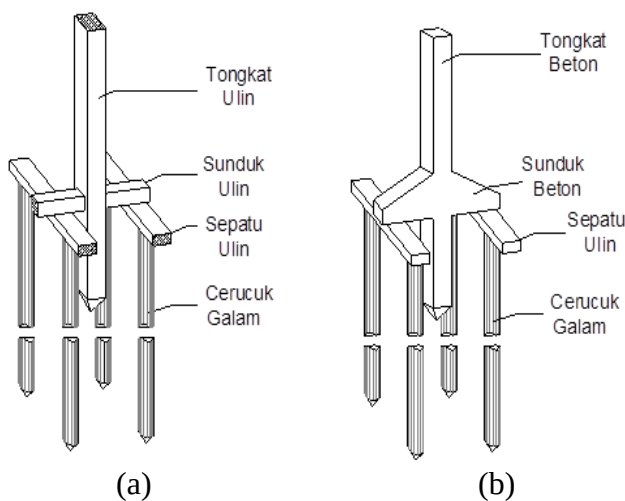
Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan desain alternatif pengganti pondasi tongkat ulin menggunakan tongkat beton dengan tetap menggunakan

Correspondence: Siti Nur Afni
Email: sitinurafni_48hm@yahoo.com

kombinasi cerucuk galam, serta teknik pembuatannya yang praktis dan pengerjaannya bisa diterapkan oleh tukang. Agar dihasilkan bangunan yang aman, analisis perbandingan tingkat kekuatan dan keamanan antara pondasi ulin dengan pondasi beton untuk bangunan di atas tanah lunak juga akan dilakukan. Kemudian, akan dilakukan penilaian pemilihan beton sebagai alternatif material pengganti kayu ulin ditinjau dari aspek kelayakan teknis dan finansial.

2 METODE PENELITIAN

Dimensi tongkat ulin yang umum digunakan adalah ulin berukuran 10 cm × 10 cm dengan panjang 2 m, sunduk ulin berukuran 5 cm × 7 cm panjang 50 sampai 60 cm, sepatu/kalang ulin berukuran 5 cm × 10 cm panjang 50 sampai 60 cm, dan menggunakan 4 batang kayu galam sebagai cerucuk berukuran diameter 6 sampai 10 cm dengan panjang 4 meter. Sedangkan tongkat beton yang dirancang dimensinya sama dengan tongkat ulin, hanya saja sunduk dibuat menyatu/monolit dengan tongkat beton, serta sepatu/kalang tetap dari ulin berukuran 5 cm × 10 cm panjang 50 sampai 60 cm. Gambar desain/rancangan alternatif pengganti tongkat ulin menggunakan tongkat beton dengan tetap menggunakan cerucuk galam dapat dilihat pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Rancangan Pondasi (a) Tongkat Ulin Menjadi (b) Pondasi Tongkat Beton

Untuk mengetahui berat sendiri atau kapasitas kekuatan izin bahan pondasi (Qizin) baik untuk pondasi ulin dan pondasi alternatif berbahan beton, perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kekuatan izin bahan pondasi ulin, yaitu dari tongkat ulin, sunduk ulin dan sepatu/kalang ulin.
2. Menghitung kekuatan izin bahan pondasi beton, yaitu dari tongkat beton dan sepatu/kalang ulin.

Data sondir yang digunakan adalah dari penelitian oleh Khaliq (2015) pada lokasi kampus Politeknik Negeri Banjarmasin, yaitu diambil nilai data sondir pada kedalaman tanah 4,00 meter didapat qc (perlawanan konus) = 2 kg/cm² dan nilai JHP (Jumlah Hambatan Pelekat) = 40 kg/cm, dengan SF (Safety Factor/Faktor Keamanan) = 3, panjang tiang (cerucuk galam) = 4 m dengan diameter 6 sampai 10 cm. Adapun perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kapasitas daya dukung tiang (1 cerucuk galam), dan
2. Menghitung kapasitas daya dukung tiang kelompok (4 cerucuk galam).
3. Menghitung kapasitas daya dukung tiang kelompok (6 cerucuk galam).

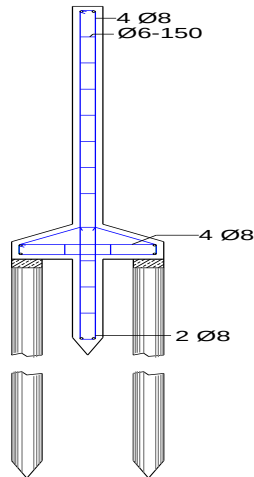
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Merancang Tongkat Alternatif

Dalam rangka mengurangi penggunaan bahan kayu ulin, maka dirancang pondasi alternatif menggunakan bahan beton sebagai tongkat, dengan tetap menggunakan konsep pondasi tradisional dan menggunakan cerucuk galam, serta cara pemasangannya tidak jauh berbeda dengan pondasi ulin (Gambar 1). Desain pondasi menggunakan bahan beton sebagai pondasi tongkat dengan dimensi yang tidak berubah dari pondasi tongkat berbahan ulin, dengan menggunakan 4 (empat) cerucuk galam dan 6 (enam) cerucuk galam. Dasar penggunaan jumlah cerucuk tersebut adalah bahwa tipe jumlah cerucuk tersebut sering digunakan di lapangan.

Adapun tongkat beton ini menggunakan beton bertulang dengan mutu beton adalah beton kedap air yaitu K-250 atau dapat cukup

dengan beton mutu K-225. Tebal selimut beton adalah 25 mm, menggunakan tulangan utama diameter 8 mm, serta tulangan sengkang 6 mm. Gambar 2 menunjukkan detail desain dengan bentuk tulangan yang dipasang.



Gambar 2. Detail Pondasi Alternatif berbahan Beton

3.2 Perhitungan Beban pada Rumah Tipe Sederhana

Perhitungan beban pada penelitian ini menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia (1983), dan contoh rumah sederhana tipe 42 yang akan digunakan sebagai tinjauan dasar pada rancangan pondasi yang akan dibuat. Hasil perhitungan beban pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Adapun untuk lantai per m² dengan jarak pondasi 1 m, ada 4 buah pondasi yang menahan. Berat lantai tanpa gelagar = 75,150 kg. Jadi, beban setiap pondasi untuk 1 m² lantai = $75,150 \text{ kg} / 4 = 18,788 \text{ kg} = 0,019 \text{ ton}$. Sedangkan Untuk dinding per m² ada 2 buah pondasi yang menahan berat dinding = 256,923 kg. Jadi, beban setiap pondasi untuk 1 m² dinding = $256,923 \text{ kg} / 2 = 128,462 \text{ kg} = 0,128 \text{ ton}$.

Tabel 1. Total Beban Keseluruhan Pondasi Ulin

Beban Mati (kg)						
Atap	Dinding	Lantai	Pondasi	Total	Faktor Beban	
55,860	256,923	90,900	114,150	517,833	1,2	621,400
Beban Hidup (kg)						
Lantai rumah tinggal (kg/m ²)		Luas (m2)		Total	Faktor Beban	
200,00		1	1	200,00	1,6	320,00
Total Pembebanan rumah tinggal tipe 42						941,400 kg 0,941 ton

Tabel 2. Total Beban Keseluruhan Pondasi Beton

Beban Mati (kg)						
Atap	Dinding	Lantai	Pondasi	Total	Faktor Beban	
55,860	256,923	90,900	526,260	929,943	1,2	1115,93
Beban Hidup (kg)						
Lantai rumah tinggal (kg/m ²)		Luas (m2)		Total	Faktor Beban	
200,00		1	1	200,00	1,6	320,00
Total Pembebanan rumah tinggal tipe 42						1435,930 kg 1,436 ton

3.3 Analisis Kekuatan Tongkat Ulin dan Tongkat Beton serta Daya Dukung Tiang

Berdasarkan hasil perhitungan dengan data dimensi tongkat ulin dan beton seperti di jelaskan pada metode penelitian dan dengan asumsi $\sigma_{\text{ulin}} = 650 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{\text{galam}} = 300 \text{ kg/cm}^2$ dan $\sigma_{\text{beton}} = 225 \text{ kg/cm}^2$, maka didapat kekuatan yang diizinkan pada bahan pondasi yaitu:

1. Pondasi Tongkat Ulin dengan 4 buah cerucuk galam, $P_{\text{tongkat ulin}} = 246,95 \text{ ton}$
2. Pondasi Tongkat beton dengan 4 buah cerucuk galam, $P_{\text{tongkat ulin}} = 339,2 \text{ ton}$
3. Pondasi Tongkat beton dengan 6 buah cerucuk galam, $P_{\text{tongkat ulin}} = 386,3 \text{ ton}$

Adapun

Berdasarkan data dari penelitian Abdul Khaliq (2014), didapat nilai JHP (Jumlah hambatan pelekat/Total Friction) dari ujung tiang bagian atas hingga kedalaman 4 m sebesar 40 kg/cm dan q_c (perlawanan konus) pada kedalaman 4 m = 4 kg/cm^2 . Adapun keliling penampang tiang galam $31,4 \text{ cm}$, luas dasar tiang galam $78,5 \text{ cm}^2$. Sedangkan untuk daya dukung izin friksi tiang (FK_1) diambil nilai 3 dan daya dukung izin ujung tiang (FK_2) diambil nilai 5. Maka untuk nilai daya dukung tiang cerucuk berdasarkan hasil sondir adalah sebesar $481,467 \text{ kg}$ atau sebesar $0,481 \text{ ton}$.

Menurut Sunggono (1984), kapasitas daya dukung tiang kelompok (Q_{ult}) yaitu:

$$Q_{\text{ult}} = n \cdot P_u \cdot E_g = 4 \times 481,467 \text{ kg} \times 0,8228 = 1584,604 \text{ kg} = 1,584 \text{ ton}$$

Dimana:

Q_{ult} adalah daya dukung kelompok tiang,

n adalah jumlah tiang,

P_u adalah daya dukung untuk tiang tunggal, dan

E_g adalah efisiensi tiang pancang kelompok.

Sedangkan kemampuan tiang dalam kelompok adalah:

$$Q_{\text{pg}} = n \times Q_s = 4 \times 481,467 \text{ kg} = 1925,868 \text{ kg} = 1,926 \text{ ton}$$

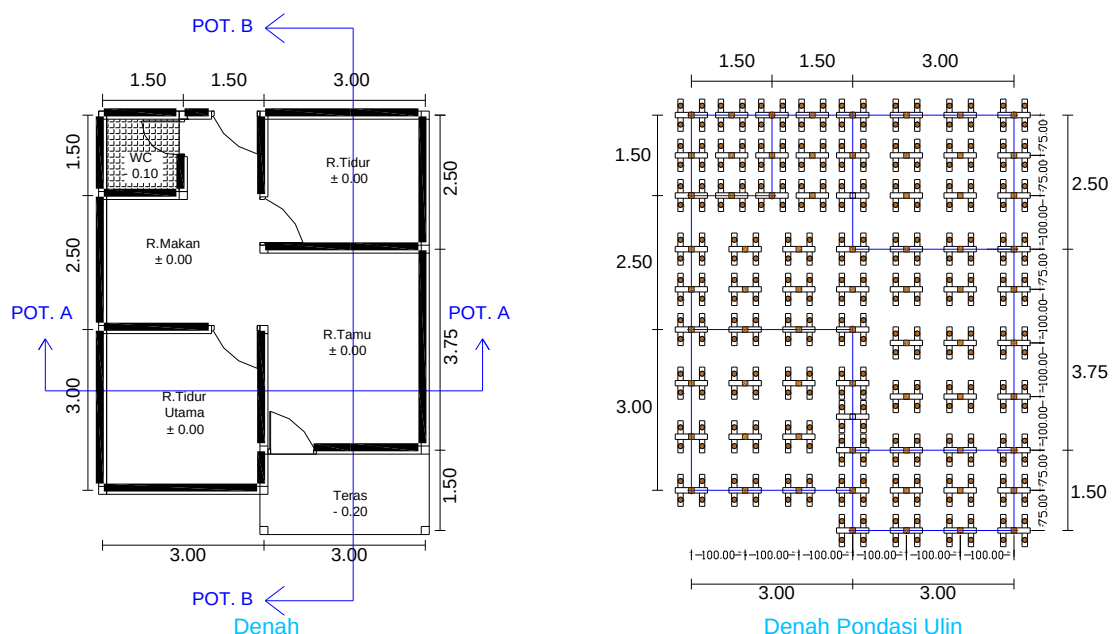
Dimana:

Q_{pg} adalah daya dukung kelompok tiang (pile group),

Q_s adalah daya dukung tiang berdiri sendiri (single pile), dan

n adalah banyaknya tiang pancang = 4.

Jadi didapat daya dukung tanah = $1,926 \text{ ton} >$ beban rumah tipe 42 = $1,436 \text{ ton}$, maka perencanaan pondasi AMAN. Adapun Gambar denah pondasi rumah sederhana tipe 42 dengan jarak $\leq 1 \text{ m}$ dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Denah Pondasi Rumah Sederhana Tipe 42 dengan Jarak $\leq 1 \text{ m}$

3.4 Perbandingan Biaya antara Pondasi Tongkat Ulin dan Tongkat Beton

Perhitungan kebutuhan bahan bangunan menggunakan rumus-rumus dasar matematika untuk menghitung luas penampang atau volume pekerjaan (Susanta, 2007). Koefisien-koefisien untuk menghitung kebutuhan jumlah bahan bangunan dalam penelitian ini menggunakan analisa harga satuan pekerjaan yang terdiri dari analisa material, upah tenaga kerja dan peralatan untuk membuat satu-satuan pekerjaan tertentu

yang diatur dalam pasal-pasal standar analisa yang digunakan.

Standar Analisa yang digunakan pada penelitian ini menggunakan SNI 2008 dan dirangkum sesuai dengan keperluan pekerjaan pondasi seperti terlihat Tabel 3. Adapun dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menggunakan standar harga upah dan bahan dari HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan) Provinsi Kalsel tahun 2015 (Tabel 4). Dari Tabel 4 terlihat bahwa perbedaan anggaran biaya untuk Tongkat Ulin dan Tongkat Beton cukup signifikan.

Tabel 3. Daftar Analisa Harga Satuan Pekerjaan (SNI 2008)

Uraian Pekerjaan				Harga Satuan	Upah Kerja (Rp)	Harga Bahan (Rp)	Jumlah (Rp)
1. Pekerjaan Beton K – 225 (M³)							
371,00	Kg	Semen PC		2.178,00		808.038,00	808.038,00
698	Kg	Kerikil		361,26		252.159,48	252.159,48
1.047	Kg	Pasir Beton		291,43		305.126,98	305.126,98
215	L	Air		6,50		1.397,50	1.397,50
1,650	OH	Pekerja		84.629,00	139.637,85		139.637,85
0,275	OH	Tukang Batu		106.706,00	29.344,15		29.344,15
0,028	OH	Kepala Tukang		106.706,00	2.987,77		2.987,77
0,083	OH	Mandor		111.500,00	9.254,50		9.254,50
Jumlah					181.224,27	1.366.721,96	1.547.946,23
2. Pekerjaan Beton K – 250 (M³)							
384,00	Kg	Semen PC		2.178,00		836.352,00	836.352,00
692	Kg	Kerikil		361,26		249.991,92	249.991,92
1.039	Kg	Pasir Beton		291,43		302.795,54	302.795,54
215	L	Air		6,50		1.397,50	1.397,50
1,650	OH	Pekerja		84.629,00	139.637,85		139.637,85
0,275	OH	Tukang Batu		106.706,00	29.344,15		29.344,15
0,028	OH	Kepala Tukang		106.706,00	2.987,77		2.987,77
0,083	OH	Mandor		111.500,00	9.254,50		9.254,50
Jumlah					181.224,27	1.390.536,96	1.571.761,23

Tabel 3 (lanjutan)

Uraian Pekerjaan			Harga Satuan	Upah Kerja (Rp)	Harga Bahan (Rp)	Jumlah (Rp)
3. Pembesian 10 kg dengan Besi Polos atau Besi Ulir (Kg)						
10,500	Kg	Besi Beton	8.799,03		92.389,84	92.389,84
0,150	Kg	Kawat Beton	14.941,00		2.241,15	2.241,15
0,070	OH	Pekerja	106.706,00	7.469,42		7.469,42
0,070	OH	Tukang Besi	106.706,00	7.469,42		7.469,42
0,007	OH	Kepala Tukang	84.629,00	592,40		592,40
0,004	OH	Mandor	111.500,00	446,00		446,00
Jumlah				15.977,24	94.630,99	110.608,23

Tabel 4. Daftar Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Analisa	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I. Pekerjaan Pondasi Tongkat Beton K-225						
1	Pekerjaan Beton K - 225	SNI 22	M ³	0,028	1.547.946,23	42.568,52
2	Pekerjaan Tulangan Besi	SNI 24	Kg	4,709	11.060,82	52.089,06
3	Pekerjaan Bekisting Pondasi	SNI 25	M ²	1,104	194.773,05	215.029,45
4	Pekerjaan Rangka Bawah Kayu Ulin (Sepatu)	SNI 33	M ³	0,003	7.161.669,00	21.485,01
5	Pekerjaan Cerucuk Galam	A.H.S F05	M'	16,000	18.274,90	292.398,40
Subtotal I						623.570,44
II. Pekerjaan Pondasi Tongkat Beton K-250						
1	Pekerjaan Beton K-250	SNI 23	M ³	0,028	1.571.761,23	43.223,43
2	Pekerjaan Tulangan Besi	SNI 24	Kg	4,709	11.060,82	52.089,06
3	Pekerjaan Bekisting Pondasi	SNI 25	M ²	1,104	194.773,05	215.029,45
4	Pekerjaan Rangka Bawah Kayu Ulin (Sepatu)	SNI 26	M ³	0,003	7.161.669,00	21.485,01
5	Pekerjaan Cerucuk Galam	SNI B.021	M'	16,000	18.274,90	292.398,40
Sub Total II						624.225,35
III. Pekerjaan Pondasi Tongkat Ulin						
1	Pek. Rangka Bawah Kayu Ulin (Tiang+Kalang,Sunduk)	SNI 26	M ³	0,025	7.161.669,00	179.757,89
2	Cerucuk Galam	SNI B.021	M'	16,000	18.274,90	292.398,40
Sub Total III						472.156,29

Perbandingan kelebihan dan kekurangan pondasi tongkat ulin dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Bahan kayu ulin semakin tahun, semakin mahal dan langka. Sedangkan beton adalah alternatif bahan yang lebih efisien dibandingkan dengan bahan lain.
2. Bahan kayu ulin cukup kuat dalam menahan beban rumah sederhana dengan beban terbatas. Sedangkan bahan beton sama seperti kayu ulin tetapi lebih unggul untuk bangunan yang berubah fungsi dengan beban lebih berat dari beban semula, dengan batasan tertentu.
3. Pemenuhan bahan kayu ulin yang kian sulit diperoleh. Sedangkan bahan beton sangat mudah didapat.
4. Bahan kayu ulin tidak dapat diproduksi massal. Sedangkan bahan beton dapat diproduksi secara massal.

Adapun persamaan antara bahan kayu ulin dan bahan beton diantaranya adalah:

1. Dapat dikerjakan oleh tukang konvensional/tanpa keahlian khusus.
2. Pemasangannya mudah.
3. Dapat diterapkan di lahan gambut/ tanah lempung lunak di daerah mana saja.

Berdasarkan beberapa hasil dari perhitungan yang telah dilakukan, dan ditinjau kelayakannya terhadap faktor teknis dan finansialnya, maka rancangan pondasi tongkat berbahan beton sebagai alternatif pengganti pondasi tongkat kayu ulin menggunakan cerucuk galam, dapat dibuat dan diterapkan sesuai dengan rancangan dimensi yang telah ditentukan.

Validasi fisik yang dilakukan secara teoritik dari hasil beberapa perhitungan yang telah dilakukan, yaitu didapat nilai kekuatan pondasi tongkat beton menggunakan 4 cerucuk galam adalah sebesar 339,2 ton kekuatan bahannya lebih besar dari pada pondasi tongkat ulin adalah hanya sebesar 246,95 ton. Selanjutnya adalah peninjauan pada aspek kelayakan terhadap pondasi yang dirancang, adalah bahwa rumah dengan menggunakan pondasi tongkat berbahan ulin memiliki beban rumah pada titik produktif adalah sebesar 0,941 ton dan menggunakan pondasi tongkat beton adalah sebesar 1,436

ton, dengan perbandingan kemampuan daya dukung tanah adalah sebesar 1,926 ton, maka pondasi yang dirancang adalah aman dan mampu menahan beban rumah dengan kedua jenis bahan pondasi tersebut.

Menurut kebiasaan masyarakat umum, pondasi tongkat ulin dipasang dengan jarak 1 meter pertitik pondasi. Secara teknis, pondasi tongkat beton sebagai alternatif pengganti tongkat ulin dengan dimensi yang sama, dipasang dengan jarak 1 meter per titik pondasi. Sedangkan, pondasi telapak (poer) yang sering digunakan sekarang untuk rumah sederhana dan menengah ke atas, dipasang dengan jarak 3 meter pertitik pondasi, dengan harga per buah pondasi yang jauh lebih mahal. Adapun biaya pondasi tongkat beton mutu K-225 adalah sebesar Rp624.225,35. Secara aspek finansial tidak memenuhi, karena harganya lebih mahal dibandingkan biaya pondasi tongkat ulin adalah hanya sebesar Rp 472.156,29. Akan tetapi, perbandingan harga kedua jenis pondasi tongkat ini, hanya sebagai gambaran tentang biaya penggunaan kayu ulin di masa yang akan datang, dengan bahannya yang terbatas, maka harganya pun kian mahal. Sehingga, pondasi tongkat beton dapat menjadi pilihan alternatif pengganti tongkat ulin yang efektif dan efisien.

Validasi secara opini ahli (pekerja konstruksi) adalah bahwa secara konvensional pekerjaan pondasi untuk rumah di atas lahan gambut/tanah lempung lunak di daerah Banjarmasin dan sekitarnya, masyarakat pada umumnya masih membangun rumah panggung dengan menggunakan pondasi tradisional, yaitu pondasi tongkat kayu ulin dan kayu galam sebagai cerucuk. Namun, sebenarnya dalam perkembangan teori konstruksi pondasi saat ini, pondasi tongkat ulin bisa diganti dengan bahan alternatif beton. Penggunaan beton yang sekarang memang tergolong bahan yang digunakan untuk rumah kelas menengah ke atas, sedangkan untuk bangunan rumah kelas menengah ke bawah dapat diberikan alternatif menggunakan bahan beton yang lebih efektif dan efisien terhadap rumah sederhana, seperti pada rancangan pondasi yang dibuat.

4 KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis terhadap desain alternatif pengganti pondasi tongkat ulin ini, membuktikan bahwa pondasi tongkat beton yang dirancang, dapat dibuat dan diterapkan oleh tukang.
2. Secara aspek kelayakan, yaitu pondasi menggunakan tongkat ulin memiliki beban rumah pada titik produktif adalah lebih kecil dari pada menggunakan pondasi tongkat beton, dengan perbandingan kemampuan daya dukung tanah adalah lebih besar kemampuannya dalam menahan beban rumah dengan kedua jenis bahan tersebut, maka pondasi yang dirancang aman dan kuat.
3. Menurut kebiasaan masyarakat umum, pondasi tongkat ulin dipasang dengan jarak 1 meter pertitik pondasi. Secara teknis, pondasi tongkat beton sebagai alternatif pengganti tongkat ulin dengan dimensi yang sama, dipasang juga dengan jarak yang sama.
4. Berdasarkan aspek finansial biaya pondasi tongkat beton tidak memenuhi, karena harganya lebih mahal dibandingkan biaya pondasi tongkat ulin. Akan tetapi, perbandingan harga kedua jenis pondasi tongkat ini, hanya sebagai gambaran tentang biaya penggunaan kayu ulin di masa yang akan datang, dengan bahannya yang terbatas, maka harganya pun kian mahal. Sehingga, pondasi tongkat beton dapat menjadi pilihan alternatif pengganti tongkat ulin yang efektif dan efisien.
5. Hasil analisis dan peninjauan terhadap pemilihan beton sebagai alternatif material pengganti kayu ulin, dapat memenuhi kelayakan teknis dan tidak dapat memenuhi secara finansialnya.

DAFTAR RUJUKAN

Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Kayu di Atas Tanah Lembek dan Tanah Gambut*.

- Das, Braja M., Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar. 1998. *Mekanika Tanah 1*. Erlangga, Jakarta.
- Hadihardaja, Joetata. 1997. *Rekayasa Fundasi II, Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*. Jakarta: Gunadarma.
- Heldiansyah, J.C.; Ma'ruf, Muhammad Afief; dan Krasna, Wiku Adhiwicaksana. 2014. *Inovasi desain Pondasi Kacapuri di Atas Tanah Gambut yang Distabilisasi*. *LANTING Journal of Architecture*, 3(1):37-47.
- HS., Sardjono. 1984. *Pondasi Tiang Pancang, Jilid 1*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Iskandar. 2000. *Tinjauan Kapasitas Dukung Teoritis Fondasi Kacapuri*. *Info Teknik*, 1(1):13-21.
- Ibrahim, Bachtar. (2009). *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Cetakan ketujuh. Bumi aksara. Jakarta
- Khaliq, Abdul. 2014. *Penentuan Beban Batas Tiang Galam dengan Loading Test*. *Jurnal POROS TEKNIK*, 6(1), Juni:1-54.
- Kh., Sunggono. 1984. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Tjandrawibawa, Soebianto; Efendy, Jemmy, dan Gunawan, Wijaya. (2000). *Peningkatan Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Menggunakan Cerucuk: Suatu Studi Model*”, *Dimensi Teknik Sipil*, 2(2):92-95, ISSN:1410-9530.
- Menteri Kehutanan Republik Indonesia. Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : 6886/Kpts-II/2002. *Tentang Pedoman dan Tata Cara Pemberian Izin Pemungutan Hasil Hutan (Iphh) Pada Hutan Produksi*.
- Pemerintah Kota Banjarmasin. 2015. *Geografis Kota Banjarmasin*. <http://www.banjarmasinkota.go.id/profil/geografis-kota-banjarmasin.html> (diakses 24 Pebruari 2015).
- Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 1970 Tanggal 23 Mei 1970. *Hak Pengusahaan Hutan dan Hak Pemungutan Hasil Hutan*.

- Putra, Hendri Gusti; Hakam, Abdul; dan Yusri, Nova. 2009. "Peningkatan Kekuatan Geser Tanah dengan Menggunakan Cerucuk." *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5(2), ISSN:1858-2133.
- Safriansyah, D. 2011. *Karakteristik Lahan Kalimantan Selatan*.
<http://dsafriansyah.blogspot.com/2011/12/karakteristik-lahan-kalimantan-selatan.html> (diakses 23 April 2015).
- SNI-03-2847-2000. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung* (Beta Version).
- Suroso, Harimurti dan Meddy Harsono. (2008). "Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (*Soft Clay*), Menggunakan Cerucuk dengan Variasi Panjang dan Diameter Cerucuk." *JURNAL REKAYASA SIPIL*, 2(1), ISSN 1978 – 5658.
- Susanta, Gatut. (2007). *Panduan Lengkap Membangun Rumah*. Depok: Griya Kreasi (Penebar Swadaya Grup).
- Wilda. 2013. *Misteri Kota Seribu Sungai Banjarmasin* (Banjarmasin, Kalimantan Selatan).
<http://inspirasiislami3.blogspot.com/2013/04/misteri-kota-seribu-sungai-banjarmasin.html> (diakses 24 Pebruari 2015)