

PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KAPASITAS DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH GAMBUT

Muhammad Rifqi Abdurrozak¹, Dwitya Okky Azanna²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: rifqi_abdurrozak@uii.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: okkyazanna@yahoo.com

ABSTRACT

Various methods of soil improvement have been widely developed, one of the improvement are with soil stabilization as an alternative problem-solving to the subsidence of soil and its bearing capacity. One of the alternatives given to this model is rice husk ash (RHA) as a filler for stabilization of shallow foundations on peat soils. This paper presents changes in soil bearing capacity and the subsidence that occurs with RHA mixed variations. From the research results obtained that Central Kalimantan peat soil has high organic content of 80,15%. The result of triaxial test with Unconsolidated-Undrained (UU) condition on the original soil obtained cohesion value (c) of 0,645 kg/cm² and the value of ϕ of 8,6 °, while the addition of RHA levels of 8%, during the period of 3 days with cohesion value of 0,3089 kg/cm² and the value of ϕ of 29,53 °. The addition of RHA can increase the bearing capacity of the soil to above 100% of the bearing capacity of the original soil. The q_{ult} result on the original soil is 750,612 kN/m², whereas with the addition of RHA, the largest q_{ult} value is found at 11% of the seven days duration with the value of 2162,763 kN/m² and the smallest q_{ult} value in the addition of 5% RHA and one day period with a value of 1.010,885 kN/m².

Keywords : *Peat Soil, Rice Husk Ash, Bearing Capacity of Soil.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari beribu-ribu pulau dengan kondisi geografis yang berbeda-beda. Kondisi geografis wilayah menunjukkan kondisi lingkungan alam atau bentang alam fisik suatu wilayah. Kondisi tersebut dapat dilihat dari beberapa aspek seperti iklim, tanah, hidrologi, letak, topografi, dan batuan. Kondisi tanah yang berbeda-beda mempengaruhi pemilihan pondasi. Sebelum melakukan pembangunan perlu adanya perencanaan pondasi dengan mempertimbangkan kondisi tanah (Wikipedia, 2016).

Bangunan teknik sipil secara umum meliputi dua bagian utama, yaitu struktur bawah dan struktur atas. Kerusakan bangunan teknik sipil tidak hanya disebabkan oleh struktur bangunan, tapi juga kondisi tanah dimana struktur bangunan diletakkan. Penyebab

kerusakan tersebut adalah besarnya penurunan yang terjadi dan rendahnya daya dukung tanah, seperti pada tanah kohesif khususnya yang mengandung kadar air cukup tinggi, untuk itu harus diperhatikan dengan seksama mengenai daya dukung dari tanah kohesif tersebut, apakah perlu adanya usaha perbaikan atau stabilisasi tanah untuk mendapatkan sifat-sifat tanah yang diinginkan sehingga kerusakan konstruksi dapat dicegah (Das, 1985).

Tanah gambut adalah campuran dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah membusuk. Tanah gambut atau yang lebih sering disebut *Peat Soil* diketahui sebagai tanah organik yang terbagi atas gambut berserat dan gambut tidak berserat. Tanah gambut juga mempunyai karakteristik yang sangat berbeda, jika dibandingkan dengan tanah lempung. Perbedaan ini terlihat jelas

pada sifat fisik dan sifat teknisnya. Secara fisik tanah gambut dikenal sebagai tanah yang mempunyai kandungan bahan organik dan kadar air yang sangat tinggi, angka pori yang besar, berat volume tanah kecil dan adanya serat-serat serta kuat geser rendah, sedangkan secara teknis yang sangat penting untuk tanah gambut adalah pemampatan yang tinggi, terjadinya pemampatan primer yang singkat adanya pemampatan akibat *creep* (pemampatan yang terjadi pada tekanan efektif yang konstan), dan kemampuan mendukung beban yang rendah. Untuk itu diperlukan suatu perbaikan apabila tanah gambut akan dijadikan penopang bangunan sipil. Metode yang telah dikenal selama ini terbagi atas metode mekanis dan metode stabilisasi.

Salah satu material yang digunakan dalam pelaksanaan *soil stabilization (chemical modification)* adalah abu sekam padi. Keberadaan sekam padi yang melimpah di Indonesia masih tidak dimanfaatkan dengan baik. Produksi sekam padi di Indonesia bisa mencapai lebih dari 4 juta ton per tahun. Jika diasumsikan, pembakaran sekam padi menghasilkan abu sekam sekitar 15% dari bobotnya, maka abu sekam atau *rice husk ash* (RHA) yang dihasilkan dalam setahun ialah sekitar 400 ribu ton dan jika sekitar 90% bobot abu sekam tersebut menghasilkan silika (SiO_2), maka dalam setahun kita memiliki sekitar 360 ribu ton silika yang siap dimanfaatkan. Beberapa pengujian terakhir menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat digunakan sebagai campuran dalam stabilisasi tanah. Abu sekam padi dapat mengisi rongga-rongga yang ditinggalkan di antara butiran-butiran agregat yang mengisi suatu campuran

Banyak penelitian menggunakan abu sekam padi (*Rice Husk Ash*) sebagai bahan stabilisasi, namun digunakan untuk perbaikan /stabilisasi jenis tanah lempung, sedangkan penggunaan untuk stabilisasi tanah gambut masih sangat sedikit dipublikasikan. Dalam paper ini disajikan hasil penelitian stabilisasi tanah gambut menggunakan campuran abu sekam padi

yang kemudian dilakukan perhitungan daya dukung pondasi dangkal pada tanah yang telah distabilisasi. Penambahan abu sekam padi diharapkan dapat mengisi rongga-rongga untuk menambah kuat geser tanah gambut dan menaikkan daya dukung tanah serta diharapkan dapat menjadi solusi dalam permasalahan yang dihadapi oleh para praktisi yang akan membangun suatu konstruksi di atas lapisan tanah gambut.

Paper ini menyajikan hasil penelitian yang meliputi sifat fisik tanah gambut pada kondisi natural termasuk kuat gesernya, pengaruh campuran ASP dengan kadar 5%, 8%, 11%, dan 15% dari berat kering tanah gambut terhadap parameter kuat geser pada tanah gambut dan kapasitas dukungunya.

KAJIAN PUSTAKA

Sifat Fisik Tanah

Menurut ASTM D-4427 tanah gambut dapat diklasifikasikan berdasarkan kadar abu dan daya serap terhadap air dan bahan pembentuknya.

1. Berdasarkan kadar abu, tanah gambut diklasifikasikan menjadi:
 - a. kadar rendah: kadar abu < 5%
 - b. kadar sedang: kadar abu 5%-15%
 - c. kadar tinggi: kadar abu > 15%
2. Berdasarkan daya serap terhadap air
 - a. ekstrim: kapasitas air > 1500%
 - b. tinggi: kapasitas air 800-1500%
 - c. moderat: kapasitas air 300-800%
 - d. kecil: kapasitas air < 300%

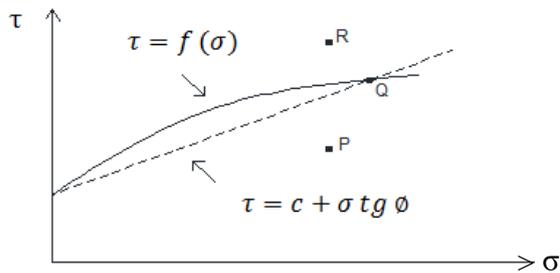
Keruntuhan Mohr-Coulomb

Berdasarkan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb, tegangan efektif adalah jumlah dari tegangan efektif (σ') dan tekanan air pori (u). Tegangan efektif (σ') berlaku untuk tanah padat. Kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb, dinyatakan dalam ketentuan tegangan efektif pada Persamaan 1 dan dapat dilihat pada Gambar 1.

$$\tau = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi' \quad (1)$$

dengan τ adalah kuat geser tanah, c adalah kohesi, σ adalah tegangan normal pada

bidang runtuh, dan ϕ adalah sudut geser dalam.



Gambar 1. Kriteria Kegagalan Mohr dan Coulomb

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

Abu Sekam Padi

Abu hasil pembakaran sekam padi, yang pada hakikatnya hanyalah limbah, ternyata merupakan sumber silika/karbon yang cukup tinggi. Pirolisis lebih lanjut dari hasil pembakaran sekam padi menunjukkan bahwa kandungan SiO_2 mencapai 80 - 90% serta 15% berat abu akan diperoleh dari total berat sekam padi yang dibakar. Salah satu upaya pemanfaatan abu sekam padi yang telah banyak dicoba adalah mereaksikannya dengan larutan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat yang luas penggunaannya dalam industri, seperti sebagai bahan *filler* dalam pembuatan sabun dan detergen, bahan perekat (*adhesive*), dan jeli silika (*silica gel*) (Wanadri, 1999).

Priyosulistyo dkk.(1998), melakukan penelitian pada sekam padi jenis C-4. Pembakaran pada suhu sedang (500°C) selama 105 menit dengan menggunakan *Muffle Furnace* dapat dicapai kandungan *silica amorf* optimum sebesar 90,16% dan sebesar 85,40% dengan tungku sederhana. Unsure silika (SiO_2) dalam abu sekam padi akan bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sisa, setelah 28 hari dan antara 0 sampai 28 hari hanya bereaksi sebagai *filler*/pengisi.

Pengujian telah dilakukan oleh Adha (2011) dengan menggunakan campuran abu sekam padi. Diantaranya pengujiannya terhadap material rancangan campuran yang

dilakukan adalah dengan penambahan abu sekam padi dan dengan semen pada perbandingan semen dua bagian dan abu sekam satu bagian, yaitu penambahan kadar ASP sebanyak 6 %, 9 %, dan 12 % dari berat tanah. Setiap masing-masing rancangan diperam (*curing time*) selama 28 hari, dilakukan pada dua kondisi, yaitu: direndam selama 4 hari (*soaked*) dan tanpa rendaman (*unsoaked*). Penambahan bahan *additive* berpengaruh terhadap kekuatan campuran tersebut, hal ini dapat dilihat dari nilai CBR yang dihasilkan. Selain itu, semakin banyak abu sekam, maka pengikatan air oleh abu sekam padi akan semakin besar, sehingga tidak terjadi kondisi kadar air optimum, yang mengakibatkan penurunan kepadatan dan nilai CBR tanah campuran tersebut.

Pengujian lain dilakukan oleh Muntohar dan Hantoro (2001), yakni dengan melakukan studi pengaruh abu sekam terhadap proses stabilisasi tanah lempung, abu sekam dapat mengurangi kembang susut dari tanah lempung dengan melihat penurunan indeks plastis-nya dari 41,25% menjadi 0,96% pada kadar abu sekam 12-12,5 %, nilai CBR tanah meningkat dari 3,03% menjadi 16,3% pada kadar abu sekam 6-12,5%, friksi internalnya meningkat dari 5,36 menjadi 23,85, kohesi tanahnya meningkat dari 54,32 kN/m^2 menjadi 157,19 kN/m^2 , peningkatan parameter geser akibat CBR menjadi 4.131 kN/m^2 dari yang sebelumnya 391,12 kN/m^2 , pada kadar abu sekam 6-10%, penurunan konsolidasi mengecil, yaitu dari 0,03 cm menjadi 0,006 cm.

Pondasi Dangkal

Menurut Terzaghi (1943), suatu pondasi dangkal ditentukan dari kedalaman yaitu $D_f/B \leq 1$. Perancangan pondasi harus mempertimbangkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk itu, perlu dipenuhi dua kriteria, yaitu kriteria stabilitas dan kriteria penurunan. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi adalah sebagai berikut ini (Hardiyatmo, 2010).

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampaiannya kapasitas dukung tanah harus dipenuhi. Faktor aman (SF) yang bisa digunakan untuk perencanaan adalah 3
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Terutama pada kasus penurunan tak seragam.

Pada penelitian ini digunakan keruntuhan *General Shear* dan jenis pondasi tapak dengan dimensi Lingkaran. Rumus Kapasitas daya dukung (Terzaghi) yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan 2 dan rumus mencari q_{all} pada Persamaan 3.

Dengan bentuk pondasi lingkaran:

$$q_{ult} = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,3.\gamma.B.N_\gamma \quad (2)$$

$$q_a = \frac{q_{ult}}{SF} \quad (3)$$

dengan q_{ult} adalah kapasitas dukung ultimit, c adalah kohesi, γ adalah berat volume tanah yang dipertimbangkan terhadap posisi muka air tanah, kemudian N_c , N_q , N_γ adalah fungsi yang tergantung dari sudut geser dalam (ϕ) merupakan koefisien-koefisien daya dukung), B adalah lebar pondasi (dalam meter), SF adalah faktor keamanan, dan q_a adalah kapasitas dukung ijin tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian di laboratorium untuk memperoleh parameter kuat geser tanah asli dan tanah gambut yang distabilisasi dengan abu sekam padi. Kadar penambahan abu sekam padi berturut-turut adalah 5%, 8%, 11%, dan 15% terhadap berat kering tanah asli dengan setiap variasi kadar Abu Sekam Padi (ASP) dilakukan variasi pemeraman 0, 1, 3, dan 7 hari. Pengujian untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah yang dilakukan adalah uji Triaksial UU, dengan kepadatan yang didasarkan pada uji proktor standar yang dilakukan sebelumnya.

Pemodelan untuk perhitungan kapasitas dukung pondasi dilakukan dengan sistem pondasi setempat lingkaran dengan diameter 1m dan kedalaman pondasi 1m. Analisis

kapasitas dukung pondasi dibatasi hanya berdasar persamaan kapasitas dukung formula Terzaghi dengan parameter utama adalah kohesi (c) dan sudut gesek dalam tanah (ϕ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah dan sifat kimia yang telah dilakukan dan data-data yang telah diuraikan sebelumnya, maka hasil pengujian direkapitulasi pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Sifat Fisik Gambut di Indonesia dengan Hasil Pengujian

No	Sifat Fisik	Parameter	Hasil Uji
1	Spesifik gravity (Gs)	1,25 – 1,8	1,49
2	Berat volume basah (γ) gr/cm ³	0,9 – 1,25	1,06
3	Berat volume kering (γ_d) gr/cm ³	0,4 – 0,6	0,53
4	Kadar air (w) %	750 - 1500	287
5	Angka pori (e_o)	5 – 15	6,03981
6	Kadar abu (Ac)	1 – 15%	19,85 %
7	Kandungan Organik	> 75 %	80,15 %

Parameter Kuat Geser Tanah

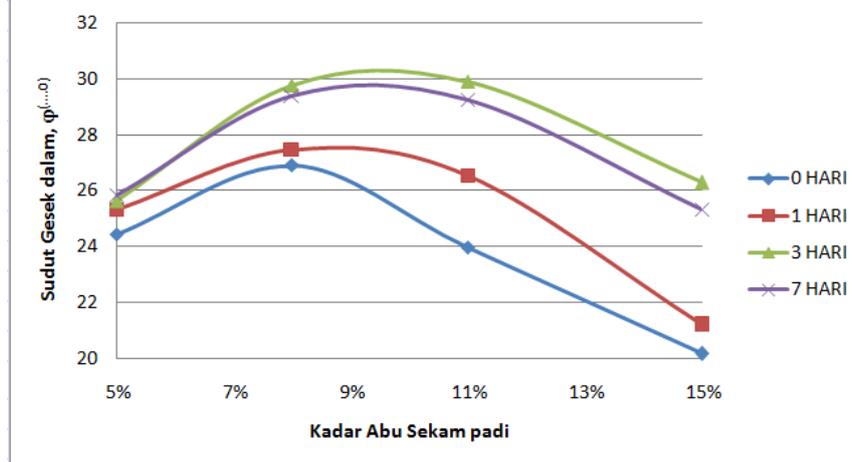
Parameter geser tanah diperoleh berdasarkan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb yakni dengan pengujian triaksial. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penambahan abu sekam padi menurunkan nilai kohesi jika dibandingkan tanah asli tanpa campuran abu sekam padi. Sedangkan penambahan abu sekam padi terlihat efektif menaikkan sudut gesek dalam tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemeraman memberikan pengaruh pada meningkatnya sudut gesek dalam tanah hingga hari ke-3, dan di hari ke-7 mengalami penurunan yang tidak signifikan. Pengaruh kadar abu sekam padi menunjukkan adanya kadar optimumnya dengan memberikan nilai sudut

gesek maksimum pada kadar abu sekam padi sebesar 11%. Hasil rekapitulasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

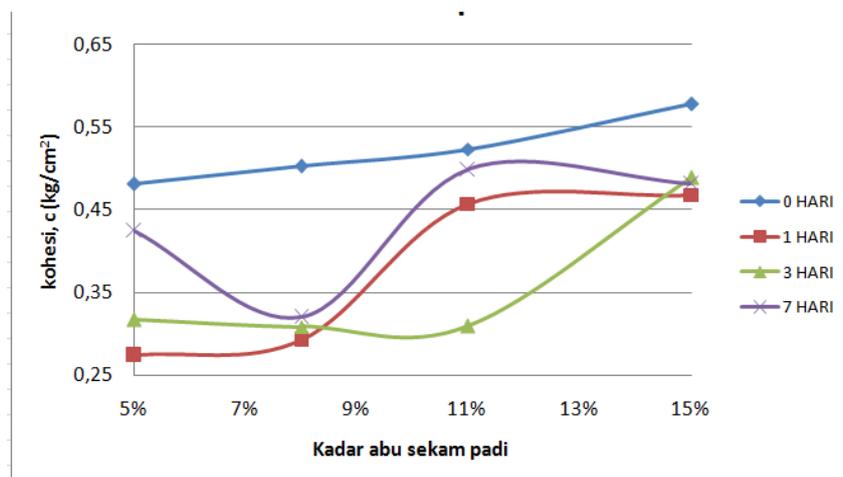
Kapasitas dukung Pondasi Dangkal

Perhitungan kapasitas dukung pondasi dangkal diterapkan pada pondasi setempat lingkaran dengan diameter, $D=1$ meter dan kedalaman pondasi, $D_f=1$ meter. Kapasitas dukung untuk pondasi dangkal pada tanah asli didapatkan q_{ult} sebesar $750,612 \text{ kN/m}^2$ dan q_{all} sebesar $250,204 \text{ kN/m}^2$ (Faktor aman 3). Penambahan abu sekam padi pada tanah cenderung meningkatkan daya dukung tanah, karena abu sekam padi masih dapat berfungsi sebagai pengikat antara partikel-partikel tanah dengan senyawa kimia yang terkandung pada abu sekam padi. Ikatan

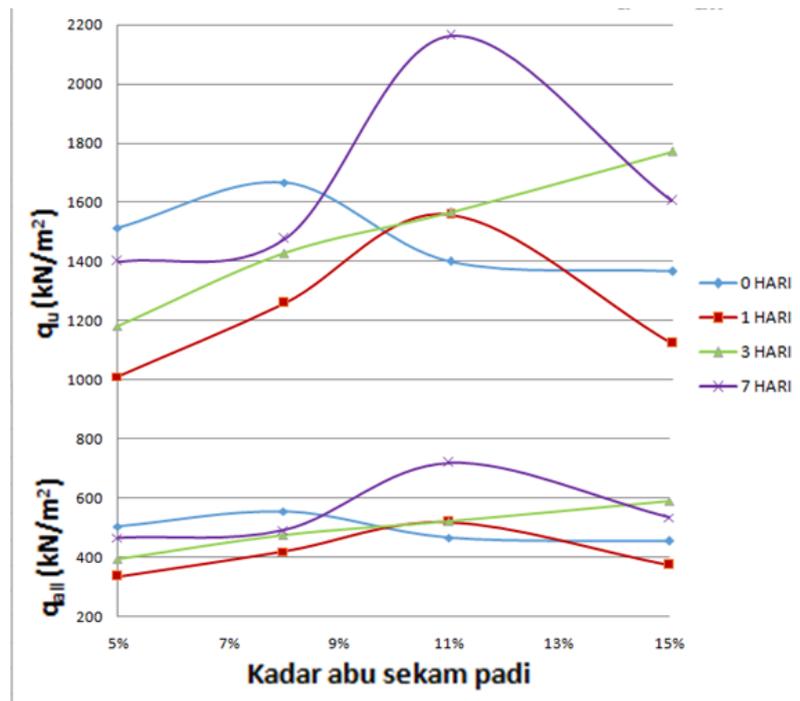
antara partikel pada tanah menyebabkan rongga pada tanah semakin kecil sehingga menguatkan daya dukung pada tanah tersebut. Oleh karena itu, abu sekam padi merupakan zat pencampur yang cukup baik untuk memperkuat daya dukung tanah. Hasil perhitungan daya dukung pondasi direkapitulasi pada Gambar 4 dan persentase peningkatan pada masing-masing kadar ASP dapat dilihat pada Tabel 2. Dapat dilihat untuk setiap masa peram yang sama didapat q_{ult} terbesar pada campuran ASP dengan kadar 11%. Tanah gambut dengan q_{ult} terbesar terdapat pada campuran ASP 11% pada masa peram 7 hari sebesar $2162,763 \text{ kN/m}^2$ dan q_{ult} terkecil pada campuran ASP 5% pada masa peram 1 hari sebesar $1010,885 \text{ kN/m}^2$.



Gambar 2. Nilai Sudut Gesek Dalam Tanah pada Variasi Kadar ASP



Gambar 3. Nilai Kohesi Tanah pada Variasi Kadar ASP



Gambar 4. Daya Dukung Tanah pada Variasi Kadar ASP

Tabel 2 Rekapitulasi Peningkatan Daya Dukung Tanah

		Peningkatan Daya Dukung Tanah (%)
Tanpa Masa Peram	5%	202
	8%	222
	11%	187
	15%	182
Masa Peram 1 Hari	5%	135
	8%	168
	11%	208
	15%	150
Masa Peram 3 Hari	5%	157
	8%	190
	11%	209
	15%	236
Masa Peram 7 Hari	5%	187
	8%	197
	11%	288
	15%	214

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan studi kasus dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut.

1. Jenis tanah gambut Kalimantan Tengah yang diteliti mempunyai kadar organik yang tinggi sebesar 80,15%. Kadar bahan organik yang tinggi pada tanah gambut berdampak pada berat volume atau bulk density tanah gambut yang rendah yaitu sebesar $1,06 \text{ gr/cm}^3$ sehingga membuat tanah gambut yang terlalu gembur dengan nilai angka pori sebesar 6,0398. Kondisi tanah gambut yang telah kering membentuk pasir semu yang tidak mampu lagi menyerap air.
2. Hasil pengujian triaksial dengan kondisi UU pada tanah asli diperoleh nilai kohesi (c) sebesar $0,645 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai ϕ sebesar $8,6^\circ$. Pada penambahan abu sekam padi dengan variasi 5%, 8%, 11% dan 15%, untuk

masa peram yang sama didapat nilai optimum penambahan kadar abu sekam sebesar 8%, sedangkan jika dilihat pada masa peram, pemeraman efektif pada 3 hari dengan nilai c sebesar $0,3089 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai ϕ sebesar $29,53^\circ$.

3. Campuran ASP dapat meningkatkan daya dukung tanah lebih besar dari 100% dari hasil q_{ult} tanah asli. Besarnya q_{ult} pada tanah asli adalah $750,612 \text{ kN/m}^2$, sedangkan dengan penambahan variasi campuran ASP didapat nilai q_{ult} terbesar pada kadar 11%, dengan masa peram tujuh hari yakni sebesar $2162,763 \text{ kN/m}^2$ dan nilai q_{ult} terkecil pada kadar 5% masa peram satu hari dengan nilai $1010,885 \text{ kN/m}^2$.

Saran

Berdasarkan pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa saran yang perlu disampaikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Perlu diteliti lebih lanjut reaksi kimia yang terjadi antara campuran ASP dengan tanah gambut sehingga diketahui spesifikasi yang lebih mendalam.
2. Perlu ditambahkan variasi campuran tambahan lain sehingga menjadi 2 variasi campuran sebagai menjadi bahan pengisi yang lebih baik.
3. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut mengenai variasi dimensi pondasi dan jumlah lapisan stabilisasi tanah untuk mengetahui pemodelan terbaik
4. Perlu dianalisis lebih lanjut mengenai tekanan efektif yang terjadi pada pondasi.

DAFTAR PUSTAKA

Adha, Idharmahadi. (2011). "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti

Semen Pada Metoda Stabilisasi Tanah Semen". *Jurnal Rekayasa*. Vol.15 No.1. Bandar Lampung.

American Society for Testing and Materials (ASTM). (1989). *Standard Methods of Testing Mechanical Fasteners in Wood*. Philadelphia, USA.

Das, Braja M. (1985). *Principles of Geotechnical Engineering*. Boston: Pridle weber & Schmidt Published

Hardiyatmo, H.C. (2010). *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C. (2010). *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

<https://id.wikipedia.org/wiki/HalamanUtama>

Muntohar, A. S. dan B. Hantoro. (2001). "Penggunaan abu sekam sebagai campuran kapur untuk stabilisasi tanah". *Tesis Magister*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Priyosulistyo, Sudarmoko, Suhendro, B., Sumardi, P.C., Supriyadi, B. (1999). "Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi untuk Peningkatan Mutu Beton". *Laporan Penelitian*, Pusat Antar Universitas Studi Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Wanadri, A. (1999), "Penerapan Spouted-Bed Dalam Pembuatan Natrium Silikat Dari Abu Sekam Padi: Hidrodinamika, Perpindahan Massa, dan Perolehan Silikat". *Tesis Magister*. Institut Tekhnologi Bandung. Bandung.