

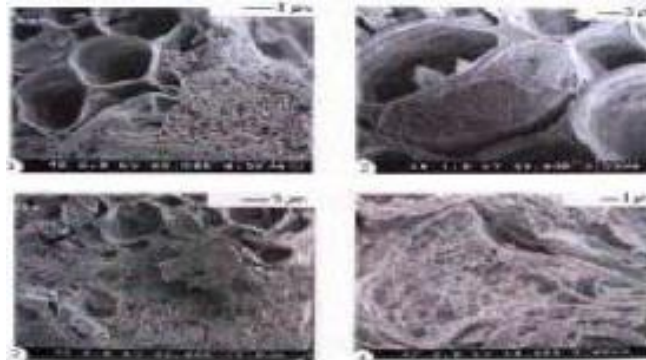
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DESKRIPSI TANAH GAMBUT

Tanah gambut mempunyai ciri yang khas yaitu mengandung serat-serat organik tinggi, bewarna coklat sampai hitam (ASTM D2488). Tanah gambut merupakan campuran fragmen organik, berasal dari vegetasi yang telah berubah dan memfosil secara kimiawi. Terlihat secara mendetail struktur mikro dengan ruang pori besar sehingga dapat dimengerti bahwa kandungan air dan kompresibilitas tanah tersebut tinggi. Gambut yang ada di bawah permukaan mempunyai daya mampat yang tinggi dibandingkan dengan mineral tanah pada umumnya. Istilah tanah gambut hanya berhubungan dengan bahan organik berasal dari proses geologi selain batubara. Terbentuk dari tumbuh-tumbuhan yang telah mati, berada didalam air dan hampir tidak ada udara didalamnya, terjadi dirawa-rawa dan mempunyai kadar abu tidak lebih 25% berat kering, dengan demikian rawa merupakan tempat pembentukan tanah gambut, dipengaruhi oleh iklim, hujan, peristiwa pasang surut, jenis vegetasi rawa, topografi serta beberapa aspek geologi serta hidrologi daerah setempat (ASTM D2607).

Tanah gambut (*peat soil*) diketahui sebagai tanah yang mempunyai karakteristik 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, dan adanya serat-serat, 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 (Panjaitan, 2013) Pada Gambar 2.1 dapat dilihat contoh tekstur tanah gambut.



Gambar 2.1 Tekstur Tanah Gambut
Sumber : Panjaitan, 2013

Terjadinya peningkatan nilai yang ekstrim pada tanah gambut disebabkan reaksi pengikatan partikel-partikel tanah yang dapat menyebabkan penggumpalan (flokulasi) paling efektif terjadi di antara rentang-rentang tersebut. Untuk kondisi *soaked* maka hal ini dapat menyebabkan partikel-partikel yang telah tergumpal bisa pecah kembali sehingga nilai CBRnya pun jadi lebih kecil dan peningkatan nilai esktrimnya juga berbeda dengan kondisi *unsoaked*.

Tanah gambut mengandung unsur karbon (C) kira-kira 58%, unsur H kira-kira 5,5%, unsur O sebesar 34,5% dan unsur N sebesar 2%. Reaksi pengikatan partikel dan pengisian pori-pori gambut juga mempengaruhi nilai potensi *swelling*. Penurunan nilai *swelling* paling besar yang terjadi sebenarnya bukan karena semakin banyaknya kadar PC-V yang ditambahkan, namun akibat semakin lamanya masa peram.

Pencampuran dengan PC-V 10% untuk masa peram 1 hari dan 4 hari menyebabkan penurunan nilai potensi *swelling* sebesar 0,47 %, sedangkan pada penambahan kadar PC-V antara 10 % dan 30% untuk masa peram 1 hari terjadi penurunan potensi *swelling* hanya sebesar 0,35%. Hal itu menunjukkan bahwa semakin lama masa peram maka terisinya pori-pori mikro maupun makro gambut oleh gel ikat dari reaksi pasta semen akan semakin merata. (Ilyas dkk, 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ilyas dkk, maka penulis melakukan penelitian kali ini dengan mengubah bahan campuran semen menjadi abu sekam padi dengan sampel tanah yang sama yaitu gambut kemudian dilakukan uji triaxial.

2.2 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).

2.2.1 Sifat Kimiawi Abu Sekam

Penelitian serupa yang dilakukan yaitu melakukan penelitian 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. Unsur silika (SiO_2) dalam abu sekam padi akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 sisa, setelah 28 hari dan antara 0 sampai 28 hari hanya bereaksi sebagai filler/pengisi (Priyosulisiyo dkk, 1998).

Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400°C - 500°C akan menjadi silika amorphous dan pada suhu lebih besar dari 1000°C akan menjadi silika kristalin. Perhitungan pembentukan tipe mineral atau fasa senyawa abu sekam padi menunjukkan bahwa abu sekam padi yang dibuat tidak memiliki fasa senyawa alite (C_3S) dan belite (C_2S) maka abu sekam padi tidak dapat digolongkan sebagai matriks dalam pengertian semen. Namun, karena mengandung silika yang tinggi maka dapat dijadikan sebagai pengganti sebagian matriks semen. Matriks semen hidrolis jika bereaksi dengan air akan menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) primer dan kalsium hidroksida (CH). Pembentukan CSH dan CH dalam proses hidrasi dikendalikan oleh hidrasi C_3S dan C_2S menghasilkan CSH dan CH yang berbeda. Jumlah CH yang dihasilkan dari proses hidrasi C_3S tiga kali lebih banyak dari C_2S . CH yang terbentuk pada

proses hidrasi berbentuk hexagonal dan menempati 20-25% volume pasta semen, tetapi tidak memberikan kontribusi kekuatan pada semen. Sedangkan CSH merupakan gel kaku yang tersusun oleh partikel-partikel sangat kecil dengan susunan lapisan yang cenderung membentuk formasi agregat yang akan memberikan kekuatan pada semen (Bakri, 2008).

Reaksi kimia antar trikalsium silikat (C_3S) dikalsium silikat (C_2S) dan air menghasilkan reaksi $C_3S_2H_2 + Ca(OH)_2 + \text{Kalor}$. Hasil utama dari reaksi tersebut yaitu $C_3S_2H_2$ atau C-S-H yang biasa disebut tobermorite, terbentuknya gel (gelatin) yang dapat mengkristal, sedangkan $Ca(OH)_2$ diragukan sumbangannya pada pengerasan semen. Dalam jangka panjang komponen ini cenderung melemahkan. Pemakaian bahan tambah seperti abu sekam padi yang banyak mengandung silika kadar tinggi dapat mengikat $Ca(OH)_2$ sehingga membentuk komponen C-S-H gel baru yang cenderung meningkatkan kekuatan reaksi (Priyosulistyo, dkk, 1999).

2.2.2 Abu Sekam Padi pada Metoda Campuran

Beberapa pengujian telah dilakukan 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 RHA 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. Kadar abu sekam padi yang ditambahkan dalam setiap campuran dapat meningkatkan nilai CBR tanah campuran tersebut dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli. Peningkatan nilai CBR disebabkan karena semakin rapat partikel tanah akibat ikatan dari bahan *additive*, sehingga butiran-butiran tanah semakin padat dan keras. Hal ini disebabkan gradasi abu sekam padi yang berupa serat kasar mengandung senyawa silika yang sangat sedikit. Dari hasil pengujian dengan menggunakan sampel tanah lempung didapat penambahan abu sekam padi hanya

efektif pada kadar 6 % dan akan menurun pada penambahan abu sekam yang lebih besar. Hal ini disebabkan abu sekam padi tidak berfungsi mengikat partikel tanah sehingga tidak terjadi sementasi senyawa kimiawi secara penuh. Abu sekam padi hanya berfungsi mengisi ruang-ruang pori diantara partikel-partikel tanah lempung, atau hanya merupakan perbaikan gradasi. 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 (Adha, 2011).

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/m² menjadi 157,19 kN/m², peningkatan parameter geser akibat CBR menjadi 4.131 kN/m² dari yang sebelumnya 391,12 kN/m², pada kadar abu sekam 6-10%, penurunan konsolidasi mengecil, yaitu dari 0,03 menjadi 0,006 (Muntohar dan Hantoro, 2001).

2.3 DAYA DUKUNG TANAH

2.3.1 Penurunan Pondasi

Secara umum daya dukung tanah akibat beban tertentu dengan parameter tanah yang sama secara teoritis menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap jenis pondasi. Berdasarkan penelitian, dapat dibandingkan hasil pengujian penurunan beban di lapangan dengan menggunakan pemodelan program Plaxis Versi 8.2 menunjukkan hasil yang berbeda, dimana besar penurunan dengan plaxis sebesar $0,115 \cdot 10^{-3}$ m, sedangkan penurunan di lapangan terhadap waktu sebesar 1 cm. Penurunan pada pondasi raft-pile dengan menggunakan program Plaxis Versi 8.2 menunjukkan penurunan yang mengakibatkan kondisi pada tanah mengalami keruntuhan yang tidak stabil (*collapse*). Hal ini disebabkan gaya geser yang diterima pada pondasi lebih besar dibandingkan kuat geser tanahnya. Penurunan beban berdasarkan grafik, menunjukkan bahwa nilai penurunan

maksimum pada pondasi raft-pile terjadi pada qult 970 kg. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai qult dari perhitungan secara teoritis yang didapat sebesar 280 kg. Besarnya penurunan pada pondasi raft-pile dengan Plaxis terjadi sebesar $0,115 \cdot 10^{-3}$ m dengan beban sebesar 242,42 kN/m² (Shabrina, 2011).

2.3.2 Pondasi dengan Program Plaxis Versi 8.2

Metode elemen hingga didasari prinsip membagi atau diskretisasi dari suatu kontinum, di mana kontinum tersebut dapat berupa sistem struktur, massa ataupun benda padat lainnya yang akan dianalisis. Pembagian dalam metode ini untuk membagi suatu benda menjadi elemen yang lebih kecil, sehingga mudah untuk dianalisis. Dengan adanya pembagian tersebut maka suatu sistem yang memiliki derajat kebebasan tak terhingga dapat didekati menjadi suatu sistem yang memiliki derajat kebebasan berhingga. Metode perhitungan daya dukung tanah Terzaghi memberikan selisih nilai yang mendekati dengan hasil pemodelan menggunakan program *Plaxis* (Nusantara, 2014). Angka keamanan yang dihitung dalam program *Plaxis* disajikan dalam bentuk kurva $\sum M_{sf}$ vs *displacement* yang terdapat pada modul load displacement curves untuk titik-titik referensi yang telah dimasukkan pada input data. Untuk menghitung angka keamanan, digunakan modul *load displacement number of steps* dengan memasukkan *increment* M_{SF} . Pada kondisi runtuh, angka keamanan sama dengan M_{SF} .

2.4 REFERENSI PENELITIAN YANG TELAH DILAKUKAN

Berdasarkan tinjauan yang dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya, penulis melakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu. Penelitian terlebih dahulu dilakukan pengujian unsur kimia untuk abu sekam dan tanah gambut, kemudian mencari kadar air optimum tanah gambut dengan pengujian proctor standar. Setelah didapatkan kadar air optimum baru dilakukan pencampuran dengan campuran abu sekam padi. Kadar campuran yang akan digunakan yaitu sebanyak 5%, 8%, 11% dan 15%. Pengujian triaxial dilakukan juga untuk sampel tanah gambut tanpa campuran abu sekam. Sampel benda uji dibuat dengan bentuk silinder berlapis membran dan dilakukan

curing terlebih dahulu selama 1, 3 dan 7 hari sebelum dilakukan pengujian triaxial. Setelah didapat data parameter tanah maka dilakukan perhitungan daya dukung pondasi dangkal untuk mencari penurunan yang terjadi dengan menggunakan proram Plaxis versi 8.2.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian-penelitian yang telah dilakukan dirangkum pada Tabel 2.1 berikut ini,

Tabel 2.1 Refrensi yang Telah Dilakukan (1 dari 3)

Penelitian Terdahulu	
Peneliti	Variabel Penelitian
Panjaitan (2013)	Hasil penelitian yang didapat tanah gambut yang diteliti dapat diklasifikasikan sebagai tanah gambut dengan kadar abu tinggi berserat. Nilai sudut geser tanah gambut dan kohesi Muara Batang Toru mengalami peningkatan terbesar terjadi pada pembebanan 25 kg dengan waktu pembebanan 7 hari. Peningkatan nilai sudut geser dalam dan juga nilai kohesi tanah gambut terjadi akibat tanah yang semakin mampat serta kandungan serat pada tanah gambut tersebut. Dengan meningkatnya nilai kuat geser maka daya dukung tanah gambut tersebut semakin meningkat.
Ilyas, Rahayu, dan Arifin (2008)	Tanah gambut Kalimantan ini merupakan tanah dengan kadar organik sangat tinggi hingga mencapai 92,33 % dengan pH = 3,30. Uji XRD hanya menemukan mineral kuarsa (<i>Alpha Quartz</i>) dalam jumlah kecil di antara material- material <i>amorphe</i> . Senyawa baru yang dihasilkan akibat reaksi semen hanyalah <i>portlandite</i> Ca(OH) ₂ dan gel CSH.
Wanadri (1999)	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.

Tabel 2.1 Lanjutan Refrensi yang Telah Dilakukan (2 dari 3)

Peneliti	Variabel Penelitian
Bakri (2008)	Hasil penelitian menunjukkan abu sekam padi tidak dapat digolongkan sebagai matriks semen karena tidak mengandung C3S dan C2S tetapi dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen untuk menghasilkan CSH sekunder dalam pembuatan komposit semen.
Priyosulistyo dkk (1999)	Reaksi kimia antar trikalsium silikat (C_3S) dikalsium silikat (C_2S) dan air menghasilkan reaksi $C_3S_2H_2 + Ca(OH)_2 + \text{Kalor}$. Pemakaian bahan tambah seperti abu sekam padi yang banyak mengandung silika kadar tinggi dapat mengikat $Ca(OH)_2$ sehingga membentuk komponen C-S-H gel baru yang cenderung meningkatkan kekuatan reaksi.
Idharmahadi Adha (2011)	Hasil penelitian didapatkan simpulan berikut ini, kadar campuran efektif pada abu sekam padi hanya efektif pada kadar 6% untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan daya dukung tanah yang distabilisasi. Abu sekam dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian semen sebagai material <i>additive</i> untuk stabilitas tanah.
Muntohar dan Hantoro (2001)	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, kohesi tanahnya meningkat dari 54.32 kN/m ² menjadi 157,19 kN/m ² .

Tabel 2.1 Lanjutan Refrensi yang Telah Dilakukan (3 dari 3)

Peneliti	Variabel Penelitian
Shabrina (2011)	Secara umum daya dukung tanah akibat beban tertentu dengan parameter tanah yang sama secara teoritis menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap jenis pondasi. Besarnya penurunan pada pondasi raft-pile dengan metode Plaxis terjadi sebesar $0,0115 \cdot 10^{-3}$ m, sedangkan penurunan di lapangan terhadap waktu sebesar 1 cm dengan beban sebesar $242,42 \text{ kN/m}^2$
Nusantara, (2014)	Metode perhitungan daya dukung tanah Terzaghi memberikan selisih nilai yang mendekati dengan hasil pemodelan menggunakan program <i>Plaxis</i>