

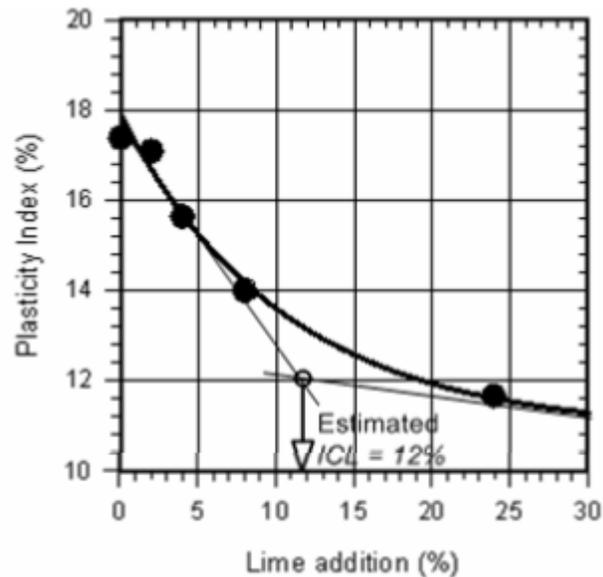
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Stabilisasi Tanah dengan Abu Sekam Padi dan Kapur

Abu sekam padi (*rice husk ash*) merupakan sisa pembakaran tanaman padi dan salah satu bahan pozzolan yang memiliki potensi sebagai bahan konstruksi karena memiliki sifat pozzolanik yang tinggi dari kandungan silikanya. Banyak kajian yang telah dilakukan bahwa penambahan abu sekam padi dengan bahan tambah lainnya seperti kapur dan semen dapat meningkatkan sifat-sifat fisis dan geotek tanah. Sarkar dkk. (2011), penambahan abu sekam padi pada tanah dapat mengurangi pengembangan dan kompresibilitas tanah, meningkatkan kuat geser dan kuat tekan bebas tanah. Tanah dicampur dengan variasi campuran abu sekam padi yang digunakan yaitu 0%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada cetakan standar dengan kadar air optimum yang telah ditentukan. Nilai kuat tekan bebas optimum dicapai pada variasi 10% abu sekam padi. Tallib dan Bankole (2011), indeks dan pengujian sifat-sifat geoteknik yang dilakukan pada tanah yang mengandung kapur dan kombinasi abu sekam padi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam sifat-sifat tanahnya. Penambahan kapur pada tanah lempung menyebabkan pertukaran kation dan reaksi pozzolan. Pertukaran kation adalah reaksi pertama yang berlangsung segera dan menyebabkan flokulasi partikel dan perubahan tekstur tanah yaitu dengan cara partikel tanah liat menggumpal bersama-sama menjadi agregat berukuran lebih besar sehingga meningkatkan gradasi tanah, permeabilitas dan sifat-sifatnya. Sedangkan reaksi pozzolan terjadi karena bahan mengandung silika dan alumina yang dengan sendirinya memiliki sedikit atau tidak ada kandungan semen, namun akan bereaksi secara kimiawi dengan kapur pada suhu biasa untuk membentuk senyawa yang memiliki sifat semen. Penambahan abu sekam padi pada tanah dapat mengurangi pengembangan dan kompresibilitas tanah, meningkatkan kuat geser dan kuat tekan bebas tanah. Indeks plastisitas dapat menurun dengan penambahan 6% kapur dan 12,5% abu sekam padi. Muntohar (2009) melakukan pengujian tekan bebas dan kuat

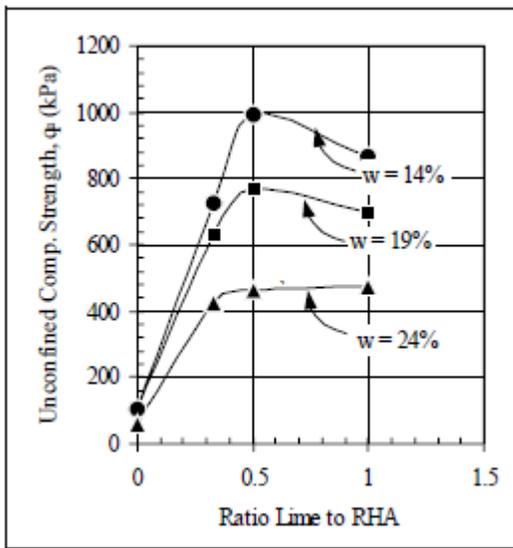
tarik pada tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi dan serat plastik. Perbandingan kapur dan abu sekam padi adalah 1:1 dari berat campurannya. Kadar penambahan kapur ke dalam campuran sesuai dengan ASTM D4609-94. Berdasarkan kurva hubungan indeks plastisitas dan kadar kapur yang disajikan pada Gambar 2.1, diestimasikan bahwa penambahan 12% kapur pada campuran cukup baik untuk stabilisasi.



Gambar 2. 1 Penentuan kadar kapur untuk stabilisasi.

Sumber: Muntohar (2009)

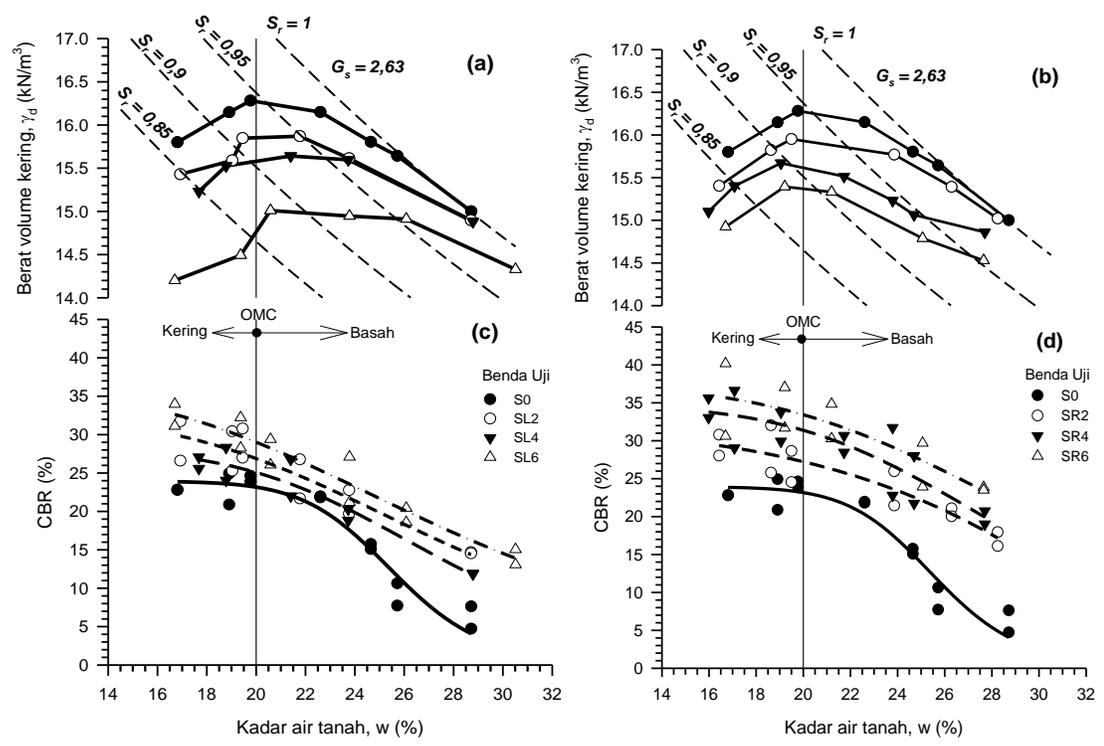
Muntohar (2005), melakukan penelitian tentang perbandingan antara kapur dan abu sekam dengan variasi rasio 1:1, 1:2 dan 1:3 dengan melakukan pengujian tekan bebas yang disajikan pada Gambar 2.2. Hasil menunjukkan bahwa rasio 1:2 mengalami peningkatan kuat tekan bebas dengan kadar air masing 14% dan 19%. Namun dengan nilai kadar air yang lebih tinggi yaitu 24%, nilai kuat tekan bebas meningkat pada saat rasio 1:1.



Gambar 2. 2 Kuat tekan bebas tanah dengan rasio kapur terhadap abu sekam padi.

Sumber: Muntohar (2005)

Muntohar (2016), menjelaskan tentang pengaruh OMC terhadap tanah yang masing-masing dicampur kapur dan abu sekam padi dengan variasi 2%, 4% dan 6%. Hasil menjelaskan bahwa semakin banyak kadar kapur maka nilai OMC semakin besar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 3 Kurva pemadatan tanah (a) stabilisasi dengan kapur, (b) stabilisasi dengan abu sekam padi, dan kurva hubungan kadar air dan nilai CBR (c) stabilisasi dengan kapur, (d) stabilisasi dengan abu sekam padi.

Sumber: Muntohar (2016)

Menurut Bowles (1984), Hasil pengujian *index properties* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif. Aktifitas tanah lempung didefinisikan sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (*IP*) dengan persentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm yang dinotasikan dengan huruf *C*, disederhanakan dalam persamaan :

$$A = \frac{IP}{C}$$

dengan, *A* = aktivitas

IP = indeks plastisitas (%)

C = persentase butiran < 0,002mm (%)

Untuk nilai $A > 1,25$ digolongkan aktif dan sifatnya ekspansif. Nilai $A 1,25 < A < 0,75$ digolongkan normal sedangkan nilai $A < 0,75$ digolongkan tidak aktif.

B. Perbaikan Tanah dengan Inklusi Serat-Serat Sintetik

Perbaikan tanah menggunakan kombinasi kapur dan abu sekam padi menghasilkan nilai kuat tekan yang baik. Reaksi dari kapur maupun abu sekam padi menghasilkan sifat getas pada tanah tersebut sehingga tanah tidak mampu menahan gaya tarik. Konsep dasar inklusi serat adalah dengan regangan relatif tinggi yaitu material yang mempunyai regangan putus lebih tinggi dibandingkan dengan regangan runtuh tanah dan setelah regangan runtuh tanah dilampaui, perkuatan masih mampu memberikan tegangan tarik sehingga bisa mencegah keruntuhan yang mendadak (McGown dkk., 1978). Cai dkk. (2006) menyimpulkan bahwa tanah yang diperkuat dengan *polypropylene fiber* dapat meningkatkan kuat tarik dan ketahanan patah yang mana dapat mencegah penambahan retak yang dapat terjadi dan dapat menghasilkan kemampuan pada tanah tersebut. Penambahan *polypropylene fiber* mengakibatkan kehilangan kadar air pada tanah menjadi lebih mudah sehingga mampu meningkatkan potensi penyusutan pada tanah yang distabilisasi. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *polypropylene fiber* dapat mengurangi pengembangan. Muntohar (2009), nilai kuat tekan dari tanah yang diperkuat dengan serat plastik dipengaruhi oleh jumlah serat yang dicampur, kuat tekan meningkat dengan ditambahnya kadar serat. Muntohar (2009), menyebutkan bahwa menurut perbandingan dari nilai kuat tekan dan kuat tarik, jumlah maksimum serat yang dicampur dengan tanah distabilisasi kapur dan abu sekam padi (LRHA) berada pada rentang 0,4% sampai 0,6% dengan panjang serat yang sesuai antara 20 mm – 40 mm. Perkuatan tanah dengan serat karung plastik juga dapat meningkatkan kekakuan tanah dan mengubah tanah yang bersifat getas menjadi lebih *ductile*. Pada umumnya, penggunaan serat dapat meningkatkan *modulus secant* (E_{50}) pada tanah yang sudah distabilisasi. Muntohar (2009) menjelaskan bahwa inklusi serat karung plastik pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan kuat tarik secara signifikan. Panjang serat berpengaruh terhadap kekuatan tanah terjadi pada rentang 20 mm sampai 40 mm.

Penambahan serat juga dapat mengurangi sifat getas tanah. Variasi serat plastik yang digunakan yaitu 0,1%, 0,2%, 0,4% dan 0,8% dari berat total benda uji. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tekan bebas dan uji kuat tarik. Nilai kuat tekan bebas dari tanah yang diperkuat dengan serat karung plastik dipengaruhi oleh jumlah seratnya. Sedangkan nilai kuat tariknya dipengaruhi oleh panjang serat karung plastik.

Hisyam (2000) meneliti pengaruh serat karung plastik terhadap parameter kuat geser tanah lempung. Pengujian awal berupa uji batas-batas konsistensi, uji distribusi ukuran butir, uji berat jenis, uji pemadatan dan uji geser langsung dilakukan pada tanah asli. Pengujian pokok berupa uji pemadatan dan uji geser langsung dilakukan pada berbagai variasi kadar serat dan ukuran serat karung plastik. Ukuran serat karung plastik yang digunakan adalah 0,5 cm, 1 cm dan 2 cm. Presentase serat karung plastik yang digunakan adalah sebesar 0 %, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% terhadap berat kering tanah lempung menunjukkan bahwa dengan penambahan serat karung plastik berukuran 0,5 cm dengan kadar serat 2% terjadi peningkatan 66% dari kuat geser tanah asli. Pada penambahan serat berukuran 1 cm terjadi peningkatan 44% dari kuat geser tanah asli, sedangkan untuk serat ukuran 2 cm terjadi peningkatan 61% dari kuat geser tanah asli. Sehingga peningkatan kuat geser tanah terbesar terjadi pada tanah yang dicampur dengan kadar serat 2% dengan ukuran serat 0,5 cm.

Bhange dkk. (2014) melakukan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) pada tanah yang distabilisasi dengan *fly ash* dan kapur dengan inklusi serat sintetis. Serat sintetis yang digunakan berukuran 1x1 cm, 2x2 cm, 3x3 cm dan 4x4 cm dengan proporsi masing-masing 0,05%, 0,10%, 0,15% dan 0,02%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CBR meningkat pada variasi 0,10% dan cenderung menurun jika variasi serat ditambah.

Pakaya (2005) mengkaji pengaruh panjang serat, kadar serat dan variasi umur pemeraman terhadap tanah lempung yang distabilisasi dengan LRHA dan inklusi serat karung plastik. Pengujian dilakukan dengan presentase kapur dan abu sekam padi dengan perbandingan 1:1. Prosentase kapur yang digunakan didapat dari uji *initial consumption of lime* (ICL). Untuk panjang serat digunakan bervariasi, yaitu 10 mm, 20 mm, dan 40 mm, sedangkan variasi kadar serat yang digunakan adalah 0,1 %;

0,2 %; 0,8 %. Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur satu minggu (7 hari). Khusus untuk kadar serat 0,4 % dengan panjang serat 20 mm dilakukan pengujian pada umur 3, 7, 14 dan 21 hari. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin panjang ukuran serat semakin banyak kadar serat yang ditambahkan maka nilai kuat tekan dan kuat tarik akan cenderung semakin tinggi. Kuat dukung dan kuat tarik cenderung meningkat seiring dengan ditambahkan umur pemeraman.

C. Uji Tekan Bebas

Pengujian kuat tekan bebas atau *unconfined compressive strength* merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan bebas tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli (atau tak terusik) atau dalam keadaan buatan/dipadatkan kembali (*remoulded*). Nilai kuat tekan bebas (q_u) yaitu besarnya gaya aksial per satuan luas pada saat regangan aksial mencapai 20%. Adapun perhitungan uji tekan bebas seperti pada persamaan (2.2).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \quad \text{dan} \quad A' = \frac{A_o}{1 - \varepsilon} \quad (2.2)$$

dimana ε = regangan (%)

ΔL = perubahan tinggi benda uji (mm)

L_o = tinggi benda uji awal (mm)

A_o = luas penampang benda uji mula-mula (mm²)

A' = luas penampang benda uji terkoreksi (mm²)

(Bargen dan McDermott, 1965 dalam Hardiyatmo, 1992).

Uji tekan bebas merupakan tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan benda uji tanah dalam bentuk silinder sampai pecah. Pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, dimana pada pembebanan cepat, air tidak mengalir keluar dari benda ujinya. Tegangan aksial yang diterapkan pada benda uji silinder berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Secant modulus (E_{50}) adalah salah parameter untuk menentukan kekakuan dan elastisitas tanah. Nilai E_{50} ditentukan oleh hubungan tegangan aksial dan regangan

dari pengujian tekan bebas di laboratorium. Adapun perhitungan E_{50} seperti pada persamaan (2.3)

$$E_{50} = \frac{q_{50}}{\varepsilon_{50}}; \quad (2.3)$$

dimana q_{50} adalah setengah dari nilai kuat tekan maksimum dan ε_{50} adalah regangan yang berhubungan dengan q_{50} . (Muntohar, 2009)

D. Uji Durabilitas Akibat Siklus Basah-kering

Uji durabilitas bertujuan untuk mengetahui besar penurunan kuat tekan tanah yang distabilisasi yang diakibatkan adanya siklus basah-kering. Dimaksud satu siklus yaitu tanah yang distabilisasi mengalami satu kali perendaman dan satu kali pengeringan yang secara umum dapat mengakibatkan berkurangnya nilai kuat tekan tanah. Nilai kuat tekan bebas didapat dari pengujian tekan bebas. Muntohar (2003) memberikan dalam penelitian durabilitas tanah dengan campuran RHA yaitu dengan 7 hari pemeraman kemudian direndam selama 7 hari (metode 1), yang kedua dengan 5 hari pemeraman, kemudian direndam selama 2 hari (metode 2) dan yang ketiga 21 hari pemeraman kemudian direndam selama 7 hari (metode3). Akcanca dan Aytekin (2012) melakukan penelitian tentang pengaruh siklus pembasahan-pengeringan pada tekanan swelling dari campuran pasir-bentonite yang digunakan dalam pembangunan sanitasi tempat pembuangan akhir agar memiliki area yang kedap, telah diselidiki sebelum dan sesudah penambahan kapur dari campuran benda uji. Uji tekanan *swelling* dilakukan untuk melihat apakah pengembangan atau *swelling* dipengaruhi oleh siklus pembasahan-pengeringan. Pada spesimen pertama, pasir dicampur dengan bentonit dalam berbagai proporsi pada kondisi kadar air optimum dan dipadatkan dengan menggunakan *proctor standard*. Pada seri kedua, kapur dalam berbagai proporsi ditambahkan ke dalam campuran pasir-bentonit. Kemudian, campuran pasir-bentonit diperbaiki dengan kapur dan dipadatkan dengan *proctor standard* pada kondisi kadar air optimum. Lima siklus pembasahan-pengeringan yang dilakukan pada setiap spesimen dan nilai-nilai dari tekanan swelling diukur pada setiap akhir siklus. Hasil percobaan dari penelitian ini menunjukkan bahwa efek menguntungkan

dari stabilisasi menggunakan kapur terhadap tekanan swelling sebagian berkurang diakibatkan oleh siklus pembasahan-pengeringan. Namun, hasil tes menunjukkan bahwa tekanan *swelling* benda uji yang terbuat dari campuran pasir-bentonit yang distabilisasi oleh kapur lebih rendah dari benda uji yang hanya terbuat dari campuran pasir-bentonite.

Tanah lempung merupakan jenis tanah yang mampu menyerap air dalam jumlah yang banyak. Akibat kepekaannya terhadap air, maka tanah memiliki durabilitas yang rendah. Penambahan kapur dan abu sekam padi pada tanah selain berfungsi sebagai bahan *pozzolan*, butir-butir abu yang halus merupakan *filler* antara butir-butir tanah. Rongga udara dalam tanah akan diisi oleh abu sekam padi, sehingga pada saat tanah direndam air tidak akan mengisi rongga udara yang menyebabkan tanah lempung memiliki stabilitas yang rendah.