

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan metode perbaikan tanah (*soil improvement*) secara kimia telah banyak dilakukan, misalnya dengan menggunakan kapur dan abu sekam padi. Banyak hal yang mempengaruhi keberhasilan dari stabilisasi yang dilakukan. Namun secara umum, hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik.

Limbah pertanian seperti abu sekam padi adalah salah satu bahan yang efektif digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah (Muntohar, 2002). Pemanfaatna sekam padi sebagai bahan stabilisasi didasarkan pada unsur silika yang tekandung didalamnya (Muntohar, 2009). Stabilisasi tanah dengan menggunakan abu sekam padi, kapur, dan penambahan serat dapat meningkatkan kuat tekan tanah (Hafel, 2011). Perbaikan tanah lempung menggunakan abu sekam yang dicampur dengan bahan lain seperti limbah karbit juga mampu meningkatkan nilai kuat tekan tanah (Wijaya, 2013). Stabilisasi tanah secara kimia dengan menggunakan kapur, abu sekam padi mampu meningkatkan kuat geser tanah, namun campuran tersebut cenderung bersifat getas (*brittle*) dan memiliki kaut tarik rendah (Widianti dkk. 2007) namun dengan penambahan kadar abu sekam padi dapat meningkatkan nilai sudut gesek dalam. Nilai kohesi akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya campuran karbit dan abu sekam padi dengan prosentase yang sama (Jihad, 2013).

Penambahan inklusi serat plastik dapat meningkatkan kuat tarik (Jumandani, 2013; Pamungkas, 2013) dan meningkatkan kuat geser tanah yang dicampur dengan kapur dan abu sekam padi (Widianti dkk. 2007) ataupun dengan penambahan kapur karbit (Jihad, 2013). Tanah yang distabilisasi dengan kapur, abu sekam padi dan serat karung plastik dilakukan pengujian durabilitas. Pengujian tersebut berupa siklus basah kering. Tanah yang distabilisasi degan menggunakan kapur, karbit, abu sekam padi dan inklusi serat plastik dilakukan perendaman setelah benda uji berumur 7 hari. Kemudian benda uji dimasukkan kedalam bak yang berisi air dengan kedalaman 7cm diatas benda uji selama 24 jam (Wibawa, 2013). Penelitian serupa dilakukan oleh Laheza (2017) tanah dengan campuran

kapur, abu sekam padi, dan serat plastik direndam selama 24 jam didalam air dengan kedalaman 5cm diatas benda uji. Hasil penelitian yang dilakukan keduanya menunjukkan kekuatan menjadi menurun kemudian meningkat setelah dilakukan siklus basah-kering.

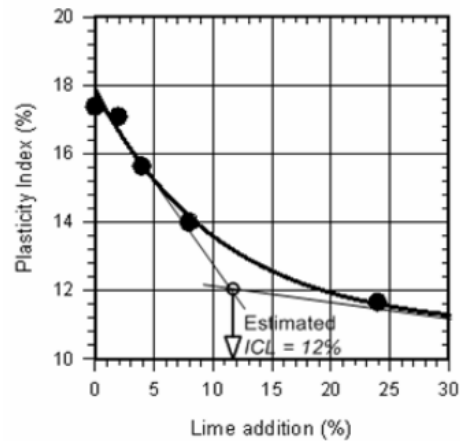
## **2.2 Stabilisasi Tanah dengan Abu Sekam Padi dan Kapur**

Stabilisasi tanah secara kimiawi adalah salah satu metode yang digunakan dengan mencampurkan bahan kimia (*additive*) sehingga terjadi sebuah reaksi. Bahan yang digunakan dalam stabilisasi secara kimiawi dikenal sebagai istilah bahan pozolan. Menurut Muntohar (2017) bahan pozolan didefinisikan sebagai bahan yang mengandung silika atau silika dan alumina dan memiliki sifat sebagai bahan ikat semen yang bila air bereaksi dengan kalsium hidroksida, dan pada temperatur normal akan membentuk bahan yang memiliki sifat-sifat semen berupa gel. Salah satu bahan pozolan yang digunakan untuk stabilisasi tanah adalah semen, kapur dan abu sekam padi.

Abu sekam padi (*rice husk ash*) merupakan sisa pembakaran dari sekam padi. Abu sekam padi merupakan salah satu bahan pozzolan yang memiliki sifat pozzolanik tinggi dari kandungan silikanya, sehingga menjadi salah satu bahan pozzolan yang berpotensi cukup baik untuk keperluan konstruksi (Muntohar 2017). Banyak kajian yang menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dengan bahan tambah lain seperti kapur, semen atau bahan tambah lainnya dapat meningkatkan sifat-sifat fisik dan geoteknik tanah. Sabat (2012), penambahan abu sekam padi pada tanah dapat mengurangi pengembangan (*swelling*), meningkatkan kuat gesr dan kuat tekan tanah. Perbandingan campuran abu sekam padi dan kapur dalam stabilisasi tanah untuk abu sekam padi yaitu antara 0-20% dari berat tanah kering, sedangkan jumlah campuran kapur adalah 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dari berat tanah kering. Nilai kuat tekan bebas optimum yang dicapai pada abu sekam padi adalah sebesar 10%. Fattah dkk. (2013) batas cair dari tanah yang dicampur dengan abu sekam padi berkurang sekitar 11%-18% dengan penambahan 9% abu sekam padi, sedangkan indeks plastisitas menurun sekitar 32%-80%. Peningkatan kuat tekan tanah terjadi pada pencampuran antar 6%-8% abu sekam padi.

Kapur merupakan hasil pembakaran dari batu gamping dengan suhu yang sangat tinggi. Kapur merupakan material yang mengandung ion Ca, Mg dan sebagian kecil Na, yang mana dengan penambahan kation tersebut dapat menyebabkan bertambahnya ikatan antar partikel mineral lempung sehingga dapat mengurangi kecenderungan sifat mengembang (Matulesy dkk. 2015). (Thalib dan Bankole, 2011; Umap dan Lunge, 2017), penambahan kapur pada tanah menyebabkan pertukaran reaksi pozzolan dan pertukaran kation. Reaksi pozzolan terjadi karena bahan yang mengandung silika serta silika dan alumina yang memiliki sedikit atau tidak memiliki kandungan semen, namun kapur akan bereaksi secara kimia yang akan memiliki sifat semen pada keadaan suhu biasa. Penambahan kapur pada tanah akan meningkatkan pH tanah menjadi sekitar 12,4 dan pada kondisi basa tersebut akan terjadi pemecahan partikel lempung dan terjadi pengendapan alumina dan silika yang memiliki sifat mirip semen. Penambahan 6% kapur dan 12,5% abu sekam padi akan mengurangi indeks plastisitas tanah. Pertukaran kation adalah reaksi pertama yang berlangsung menyebabkan flokulasi partikel dan perubahan tekstir tanah yaitu partikel tanah menggumpal dan menjadi agregat berukuran lebih besar sehingga meningkatkan gradasi tanah, permeabilitas tanah dan sifat lainnya.

Penentuan jumlah kapur yang digunakan untuk stabilisasi ditentukan dengan pengujian *Initial Consumption of Lime (ICL)* ASTM D 6276 – 99a (ASTM, 1999). Pada pengujian ICL ini tanah dicampur dengan kadar kapur yang berbeda. Campuran ini kemudian dicampur dengan air destilasi sebanyak 400 mL kemudian diaduk dan dilakukan pengukuran pH. Hasil dari pengujian dibuat grafik hubungan antara kadar kapur dan nilai pH. Nilai kadar kapur yang digunakan ditentukan dari nilai pH campuran tanah yang telah konstan. Kumar dkk. (2007), dengan penambahan kapur, dapat meningkatkan nilai pH tanah. Menurut Muntohar (2009) kadar kapur yang baik digunakan untuk perbaikan tanah sebesar 12%. Prosentase tersebut didapat dari kurva hubungan indeks plastisitas dan kadar kapur yang disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Penentuan kadar kapur untuk stabilisasi  
(Muntohar 2009)

Stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur dapat meningkatkan kekuatan tanah (Lunge dan Umap 2017; Jahandari dkk., 2017; Aldaood dkk., 2014; Mtallib dan Bankole 2011; Sabat 2012; Muhammad dan Muntohar 2007; Muntohar 2009; Muntohar dkk., 2013) yang disebabkan oleh adanya reaksi pozzolan pada tanah (Dang dkk, 2016). Penambahan kadar kapur dapat meningkatkan nilai CBR, dan menurunkan nilai *swelling* (Lunge dan Umap, 2017).

Stabilisasi tanah lempung menggunakan kapur dan abu sekam padi telah banyak diteliti. Menurut Muntohar (2005) penambahan kapur atau semen dengan tanah merupakan cara yang sudah banyak digunakan untuk stabilisasi tanah. Penambahan abu sekam padi dapat meningkatkan sifat-sifat geoteknik tanah. Tanah ekspansif dicampur dengan abu sekam padi dengan perbandingan yang berbeda, yaitu 1:1, 1:2 dan 1:3 dengan melakukan uji tekan bebas tanah. Hasil menunjukkan bahwa rasio perbandingan 1:2 mengalami peningkatan pada kuat tekan bebas tanah. Sabat (2012) peningkatan kekuatan dikarenakan terjadi gesekan antar abu sekam padi dengan tanahekspsansif.

### 2.3 Stabilisasi Tanah dengan Menggunakan Serat Plastik

Plastik merupakan salah satu limbah yang dapat mencemari lingkungan, namun dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat dan merupakan material pozzolan yang sangat potensial untuk dicampur dengan kapur dan abu sekam padi yang

memiliki sifat unggul untuk menstabilkan tanah. Stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur dan abu sekam padi mampu meningkatkan sifat mekanis tanah dan memberi hasil yang baik terhadap nilai kuat tekannya, namun cenderung memiliki sifat getas (*brittle*). Pemberian serat plastik yang dicampur secara acak terhadap campuran kapur dan abu sekam padi adalah salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik serta merubah sifat getas (*brittle*) menjadi daktail (Muntohar 2009; Widianti dkk., 2007; Muntohar 2011).

Muntohar (2009) melakukan pengujian kuat tarik serta kuat tekan bebas pada tanah yang distabilisasi dengan kapur- abu sekam padi (LRHA) dan serat plastik. Stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur dan abu sekam padi meningkatkan kekuatan mencapai 2,4 kali. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar serat yang paling optimal berkisar antara 0,4% – 0,6 % dengan panjang antara 20 mm-40 mm. Kekuatan tarik belah tanah yang diperkuat dengan serat plastik meningkat dengan peningkatan panjang serat dan dipengaruhi oleh jumlah serat yang dicampurkan (Kumar dkk. 2007), yang menurut Chai dkk. (2006) penambahan serat secara berlebih dapat mengurangi manfaat, karena serat akan menggumpal dan tidak terjadi kontak dengan partikel tanah.

Kumar dkk. (2007) melakukan penelitian pada tanah yang ditambah serat dengan kadar 1,5% dan 1,0% pada tanah yang telah dicampur dengan kapur dan fly ash (8% kapur dan 15% fly ash) meningkatkan kekuatan tekan sekitar 75% hingga 100% jika dibandingkan dengan campuran tanah dengan kapur dan fly ash tanpa serat.

#### **2.4. Uji Kuat Tekan Bebas Tanah**

Uji kuat tekan bebas tanah (*unconfined compressive strength*) adalah salah satu pengujian kuat geser tanah yang dilakukan di laboratorium. Pengujian kuat tekan bebas termasuk pengujian triaksial pada kondisi UU (*unconsolidated-undrained*). Uji kuat tekan bebas hanya cocok untuk tanah lempung pada kondisi jenuh, dimana pada saat pembebanan, air tidak sempat mengalir keluar dari benda uji. Tegangan aksial yang diterapkan berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan (Muntohar 2015; Muntohar 2009).

Uji kuat tekan bebas digunakan untuk mencari hubungan tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) serta diperoleh grafik untuk menentukan nilai tekan maksimum ( $q_u$ ). Adapun perhitungan uji kuat tekan bebas seperti persamaan berikut:

1. Menentukan regangan menggunakan persamaan 2.1.

$$\epsilon = \frac{\Delta H}{H_o} \quad 2.1$$

dengan :  $\epsilon$  = Regangan (%)

$\Delta H$  = selisih benda uji yang dibaca pada arloji ukur (cm)

$H_o$  = Tinggi benda uji awal (cm)

2. Menentukan luas terkoreksi (A) berdasarkan jenis keruntuhan :

- a. Keruntuhan tipe getas, dihitung menggunakan persamaan 2.1

$$A = A_o \quad 2.2$$

- b. Keruntuhan tipe silinder, dihitung menggunakan persamaan 2.2

$$A = \frac{A_o}{\left(1 - \frac{\epsilon}{100}\right)} \quad 2.3$$

- c. Keruntuhan tipe barel, dihitung menggunakan persamaan 2.3

$$A = \frac{A_o}{\left(1 - 0,6\left(\frac{\epsilon}{100}\right)\right)} \quad 2.4$$

dengan :  $A_o$  = Luas benda uji mula-mula ( $\text{cm}^2$ )

3. Menentukan nilai tegangan aksial ( $\sigma$ ) pada setiap pembebanan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad 2.5$$

dengan : P = Beban aksial yang bekerja (kN)

## 2.5 Uji Durabilitas Tanah dengan Siklus Pembasahan dan Pengeringan

Durabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk mempertahankan stabilitas dan mempertahankan kekuatannya dalam jangka waktu yang lama serta memberi ketahanan yang cukup terhadap kondisi iklim (Aldaood, 2014). Pengujian durabilitas tanah di laukan dengan memberi siklus pembasahan (*wetting*) dan pengeringan (*drying*) (Aldaood, 2014), siklus pembekuan (*freezing*) dan pencairan

(*thawing*) ataupun perendaman dalam beberapa hari (Wardani dan Muntohar 2018). Pada pengujian ini dilakukan dengan metode pengeringan (*wetting*) dan pembasahan (*drying*).

Pengujian pembasahan dan pengeringan merupakan pengujian yang didasarkan pada pengaruh cuaca yaitu musim kemarau dan musim penghujan (Yong dkk. 2006). Pada pengujian yang dilakukan Hoy dkk. (2017) yang dimaksud siklus basah kering adalah benda uji direndam pada suhu ruangan selama 5 jam, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 70° selama 42 jam dan dikeringkan pada suhu ruangan selama 1 jam, siklus tersebut disebut siklus 48 jam. Dari hasil penelitian yang dilakukan, siklus basah-kering menyebabkan pecahnya partikel dalam tanah sehingga menyebabkan potensi *swelling* naik, (Guney dkk. 2005) dan menurunkan penurunan pengembangan karena bertambahnya jumlah siklus. Muntohar dkk. (2013) melakukan penelitian dengan pembuatan benda uji berumur 14 hari dan memberi siklus basah-kering. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses siklus secara signifikan menurunkan kuat tekan pada tanah yang telah distabilisasi. (Muntohar dkk., 2013; Hoy dkk., 2017; Aldaood dkk., 2014) hal ini terjadi karena selama siklus pembasahan material sementasi akan terlepas dan melemahkan hasil sementasi, (Tang dkk. 2006) kemudian setelah pengeringan akan terjadi retak pada tanah yang akan menurunkan kuat tekan. Namun pada penelitian yang dilakukan (Muntohar dkk. 2013) dijelaskan pengaruh siklus berkemungkinan untuk meningkatkan kuat tekan.

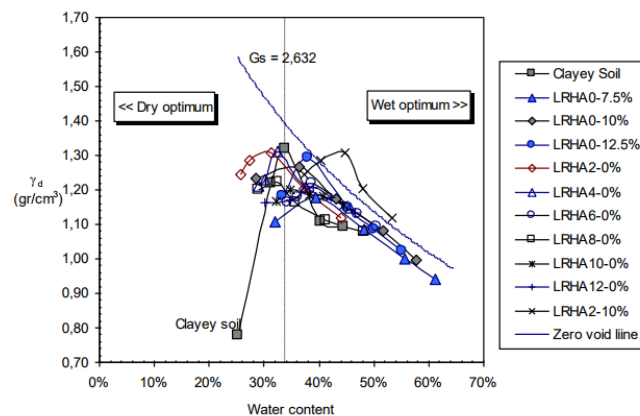
## **2.6 Hubungan Kadar Air dan Kepadatan**

Kadar air tanah dapat didefinisikan sebagai perbandingan air tanah terhadap berat tanah basah, perbandingan volume air tanah terhadap volume tanah, serta perbandingan berat air tanah terhadap berat tanah kering.

Ketika kapur digunakan sebagai bahan untuk perbaikan tanah, partikel tanah menjadi berukuran lebih besar dan menghasilkan struktur tanah dengan angka pori yang lebih besar. Perubahan distribusi ukuran partikel menandakan adanya perubahan karakteristik pemadatan tanah selama proses modifikasi. Reaksi jangka pendek yang berlangsung sebelum pemadatan akan menghasilkan sementasi partikel menjadi lepas dan menyebabkan tahanan tanah yang lebih besar terhadap

pemadatan. Oleh karena itu, pada energi pemadatan yang sama dihasilkan berat volume kering yang lebih rendah sejalan dengan waktu reaksi antara kapur dengan tanah. Karakteristik pemadatan tanah juga ditentukan oleh umur pemeraman (Muntohar, 2017).

Penundaan pemadatan akan menghasilkan kurva pemadatan lebih datar, dimana kadar air optimum terlihat tidak jelas dan berat volume kering maksimum cenderung menjadi berkurang. Gambar 2.2 memperlihatkan hasil pemadatan dari uji *standar proctor* pada tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur hidroksida yang dilakukan oleh Muntohar dan Hantoro (2000). Muntohar (2017) menyebutkan bahwa pada proses pemadatan, nilai MDD berkaitan dengan kuat geser maksimum yang dicapai setelah pemadatan. Akan tetapi nilai MDD akan berkurang dan nilai OMC akan bergeser ke arah optimum basah (Kumar dkk. 2007). Stabilisasi tanah dengan kapur akan menghasilkan kurva pemadatan yang relatif datar, bahkan benar-benar datar yang mana tidak ada penambahan MDD seiring penambahan OMC (Muntohar, 2017)



Gambar 2.2 Pemadatan tanah lempung dengan stabilisasi kapur  
(Muntohar dan Hantoro, 2000)

## 2.7 *Secant Modulus of Elasticity* ( $E_{50}$ )

*Secant modulus of elasticity* didefinisikan sebagai rasio setengah dari kekuatan tekan terhadap regangan aksial (Saberian dkk. 2016). *Secant modulus of elasticity* parameter yang digunakan untuk mengetahui kekakuan atau elastisitas pada tanah. *Secant modulus of elasticity* diperoleh dari kemiringan garis lurus yang



ditarik dari titik asal ke tegangan yang ditentukan pada kurva tegangan-regangan (Muntohar 2009, Muntohar dkk. 2013). Nilai *secant modulus of elasticity* dapat ditentukan dengan persamaan 2.6 :

$$E_{50} = \frac{q_{50}}{\varepsilon_{50}} \quad 2.6$$

Dimana :

$E_{50}$  = *secant modulus of elasticity* (kPa)

$q_{50}$  = nilai setengah dari kuat tekan maksimum (kPa)

$\varepsilon_{50}$  = regangan yang berhubungan dengan  $q_{50}$