

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi, 1987). Tanah lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan sub-mikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay mineral*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Das, 1988).

Menurut Das (1988) tanah lempung merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah. Hardiyatmo (2002) menyebutkan bahwa sifat-sifat tanah lempung sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm,
2. Permeabilitas rendah,
3. Kenaikan air kapiler tinggi,
4. Bersifat kohesif,
5. Kembang susut tinggi,
6. Proses konsolidasi lambat.

Identifikasi dan klasifikasi tanah lempung ekspansif dapat didasarkan pada hasil pengujian sifat-sifat indeks tanah. Holtz dan Gibbs (dalam Muntohar, 2014) menjelaskan bahwa karakteristik pengembangan tanah juga dapat ditentukan dari nilai indeks plastisitas dan batas cair (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Derajat pengembangan tanah ekspansif berdasarkan indeks plastisitas

Derajat Pengembangan	Indeks Plastisitas
Sangat tinggi (<i>Very high</i>)	>55
Tinggi (<i>High</i>)	20-55
Sedang (<i>Medium</i>)	10-35
Rendah (<i>Low</i>)	0-5

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang-susut yang tinggi. Apabila terjadi peningkatan kadar air tanah akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan dan sebaliknya apabila kadar air berkurang akan terjadi penyusutan.

B. Stabilisasi Tanah dengan Kapur Karbit dan Abu Sekam Padi

Stabilisasi adalah salah satu cara untuk mereduksi sifat kembang susut dan meningkatkan daya dukung tanah pada tanah ekspansif. Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah didasarkan pada pemanfaatan kandungan *silica* yang terkandung dalam abu sekam padi tersebut. Abu sekam padi yang dicampurkan dengan kapur karbit mampu memperbaiki sifat-sifat fisis dan geoteknik tanah (Muntohar, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Muntohar (2002) menyebutkan bahwa stabilisasi kapur dan abu sekam padi mengurangi indeks plastisitas tanah dari 40% menjadi 5%. Pengurangan ini sebagai akibat dari berkurangnya batas cair dan bertambahnya batas plastis.

Diana et al. (2012) meneliti tentang penggunaan abu sekam padi dan limbah karbit sebagai stabilisasi tanah lempung. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasi kedua bahan tersebut. Variasi perbandingan limbah karbit dan abu sekam padi yang digunakan adalah 30:70%, 50:50% dan 70:30%. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa proporsi campuran limbah karbit dan abu sekam padi yang baik adalah 50:50% (atau perbandingan 1 : 1). Kuat tekan bebas tanah yang distabilisasi dengan kapur karbit dan abu sekam padi meningkat seiring dengan lamanya umur benda uji, peningkatan kuat tekan bebas paling besar terjadi dari umur 7 hari sampai 14 hari.

Jaturapitakul dan Roongreung (2003) melakukan penelitian dengan mencampurkan limbah karbit yang memiliki komponen kimia utama CaO dengan abu sekam padi yang mengandung silika sebagai bahan baku semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan yang paling tinggi dihasilkan pada komposisi 50 % limbah karbit dan 50 % abu sekam padi pada hari ke 180.

Gogot et al. (2002) meneliti tentang pengaruh pencampuran abu sekam padi dan kapur untuk stabilisasi tanah ekspansif. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasi menggunakan kapur karbit dan/atau abu sekam padi. Untuk pencampuran menggunakan abu sekam padi dan kapur karbit, variasi pencampuran yang digunakan adalah 20:80%, 30:70%, 40:60%, sedangkan untuk kapur karbit saja presentasi yang digunakan terhadap tanah asli adalah 5%, 7.5%, 8%, 10%, 12%, 16%, 18%, 24%. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa penambahan kapur sebesar 24% pada tanah asli dapat menaikkan kekuatan sampai 400%. Apabila 60% kapur tersebut diganti dengan abu sekam padi, peningkatan kekuatan turun menjadi 300%. Penurunan kekuatan ini masih jauh diatas kekuatan tanah asli sehingga pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi masih efektif untuk mereduksi penggunaan kapur. Komposisi campuran 40% kapur dan 60% abu sekam padi memberikan kekuatan yang paling optimum. Kandungan kapur yang optimum untuk stabilisasi tanah ekspansif adalah antara 8% sampai dengan 15%.

C. Stabilisasi Tanah dengan Teknik Kolom

Stabilisasi tanah dengan menggunakan kolom kapur adalah suatu jalan yang paling dianggap murah dari pada mengganti tanah lama yang kurang baik dengan yang lebih baik dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli yang memiliki kuat dukung rendah, indeks plastisitas tinggi, pengembangan tinggi dan gradasi buruk, terutama untuk perbaikan tanah pada daerah yang cukup luas. Stabilitas tanah lempung dengan menggunakan metode kolom kapur merupakan salah satu jenis stabilitas tanah secara kimiawi. Metode ini dilakukan dengan cara menyemprotkan (*injection*) campuran kering kapur ke dalam tanah

lempung sehingga terbentuklah kolom-kolom tegak (Rogers dan Glendinning, 1997).

Muntohar dan Rahmadika (2015) melakukan simulasi numerik untuk mengetahui pengaruh pembesaran kepala kolom bentuk *T-Shape* pada sistem fondasi jalan raya terhadap deformasi akibat pengembangan tanah ekspansif. Diameter kolom (D_c) yang digunakan adalah 0,15 m dengan panjang 1 m. Diameter kepala kolom (D_{ch}) divariasikan $2D_c$, $3D_c$, dan $4D_c$. Jarak antar kolom ke kolom atau spasi (s) diatur $4D_c$, $5D_c$, $6D_c$ dan $8D_c$. Penampang badan jalan yang dimodelkan berukuran 15 m panjang dan kedalaman 10 m, dengan struktur perkerasan jalan setebal 0,2 m untuk lapis fondasi dan 0,2 m *subbase* serta lapis aspal setebal 0,1 m. Lapisan tanah lempung setebal 4,5 m berada di atas lapisan pasir jenuh air setebal 5 m. Hasil ini menunjukkan bahwa pemasangan kolom-kolom pada tanah lempung untuk menopang lapisan perkerasan lentur jalan mampu mengurangi perbedaan penurunan. Perbesaran kepala kolom hingga mencapai 3 kali diameter kolom menghasilkan pengurangan deformasi hingga mencapai 10% jika dibandingkan dengan deformasi tanpa perkuatan kolom.

Muntohar (2009) melakukan uji laboratorium untuk mengetahui kuat tekan dan karakteristik beban-penurunan tanah lunak menggunakan teknik kolom kapur. Kolom kapur dirancang sebagai kolom tunggal dengan diameter 50 mm dan kedalam 200 mm yang dimasukkan dalam kotak uji dengan ukuran 1,2 m x 1,2 m dan tinggi 1 m. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemasangan kolom kapur meningkatkan kuat dukung tanah disekitarnya baik arah radikal maupun vertikal hingga mencapai jarak $3D$ dari pusat-pusat kolom kapur. Kadar kapur yang digunakan berbanding lurus dengan perkuatan tanah, semakin banyak kadar kapur yang digunakan maka kekuatan tanah cenderung meningkat. Stabilisasi tanah lunak menggunakan teknik kolom kapur ini dapat meningkatkan daya dukung tanah dari 0,23 kN menjadi 5,2 kN.

Muntohar dan Agrina (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kadar air dan umur pada perilaku tanah lempung yang diperkuat dengan kolom SiCC menggunakan pengujian tekan bebas. Dalam pengujian ini menggunakan 3 jenis benda uji, yaitu benda uji tanah yang dipadatkan, benda uji

tanah yang diperkuat kolom SiCC, serta benda uji kolom SiCC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan bebas menurun dengan meningkatnya kadar air tanah untuk benda uji tanah yang diperkuat dengan kolom SiCC. Kuat tekan terbesar didapatkan pada benda uji tanah yang diperkuat kolom SiCC dengan kadar air 30,5% pada umur 28 hari yaitu sebesar 282 kPa. Untuk pengujian benda uji kolom SiCC, didapatkan kontribusi terbesar adalah pada keadaan tanah dengan kadar air basah optimum yaitu sebesar 47%. Kekuatan tekan bebas meningkat seiring dengan bertambahnya umur benda uji semua kadar air pada tanah. Kekakuan tanah meningkat seiring dengan bertambahnya umur karena dibuktikan dari nilai E50 yang semakin tinggi.

D. Kapur Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi

1. Kapur Limbah Karbit

Karbit yang digunakan dalam industri las, gas tabung dan electroplating akan menghasilkan bahan buang (residue) berupa kapur hidroksida Ca(OH)_2 hingga 60%, atau yang lebih dikenal dengan kalsium karbit (calcium carbide/CC). Limbah karbit ini berpotensi sebagai bahan pembentuk pozzolan bila dicampur dengan silika (SiO_2), sehingga dapat terbentuk bahan sementasi (*cemented material*) calcium silicate hydrate (CSH).

Tabel 2.2 Hasil Pengujian Analisis Kimia Limbah Karbit (Joel dalam Agrina, 2015)

Senyawa Kimia	Presentase (%)
SiO_2	2,69
Al_2O_3	1,78
Fe_2O_3	0,17
MgO	0,80
CaO	61,41
Na_2O	0,18
K_2O	0,10
LOI	32,51

LOI (Loss on Ignition) adalah berat yang hilang (dalam %) dari sampel pada waktu dipijarkan pada suhu dan waktu tertentu

2. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi (*rice husk ash*) adalah sisa pembakaran sekam padi yang diperoleh dari tanaman padi. Abu sekam padi merupakan salah satu bahan pozzolan yang cukup potensial digunakan untuk keperluan konstruksi karena mempunyai sifat pozzolanik yang tinggi dari kandungan silikanya. Sekam padi menghasilkan abu lebih banyak dibandingkan dari sisa pembakaran lain. Sekam yang dihasilkan oleh tanaman padi setelah panen berkisar 18-28%.

Pada pembakaran sekam menjadi abu sekam padi akan terjadi kehilangan banyak zat-zat organik, dan menghasilkan banyak sisa silika. Silika termasuk unsur yang paling dominan dan menguntungkan dari abu sekam padi. Silika yang terkandung dalam abu sekam padi mencapai 93% (Swamy dalam Hanwar dan Aguskamar, 2002). Pengaruh panas terhadap silika dalam sekam dapat menghasilkan perubahan struktural terhadap aktifitas pozzolan dan kehalusan butirnya. Menurut Swamy (dalam Hanwar dan Aguskamar, 2002) temperatur pembakaran untuk kulit gabah adalah sekitar 350°C dan kehilangan berat terjadi pada suhu 500°C. Pada temperatur yang lebih tinggi pembakaran padi menghasilkan abu sekam padi yang lebih cerah. Komposisi kimia abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 2.2. berikut.

Tabel 2.3 Kandungan kimia abu sekam padi (Joel dalam Agrina, 2015)

Senyawa Kimia	Presentase (%)
SiO ₂	1,54
Al ₂ O ₃	0,50
Fe ₂ O ₃	0,03
TiO	0,32
MnO	0,05
MgO	1.26
CaO	67,08
Na ₂ O	0,02
K ₂ O	0,05
LOI	26,85

LOI (Loss on Ignition) adalah berat yang hilang (dalam %) dari sampel pada waktu dipijarkan pada suhu dan waktu tertentu

E. Modulus Reaksi Tanah Dasar (*Subgrade*)

Modulus reaksi tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara tekanan (q) pada suatu pelat kaku terhadap lendutan, seperti yang dinyatakan dalam persamaan 2.1.

$$k = \frac{q}{\delta} \quad (2.1)$$

Dengan:

k = modulus reaksi tanah dasar (N/mm^3)

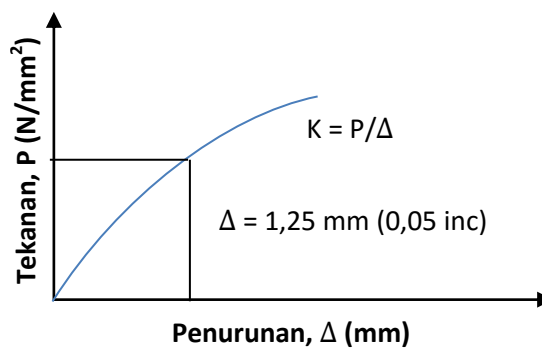
δ = lendutan (mm)

$q = Q/A$ = tekanan pada pelat (N/mm^2)

Q = beban titik (N)

A = luas pelat beban (mm^2)

Berdasarkan ASTM D1196 modulus reaksi tanah dasar didefinisikan sebagai perbandingan antara tekanan (q) terhadap penurunan dengan syarat penurunan yang ditentukana adalah sebesar 1,25 mm (0,05 inc), seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Grafik hubungan tekanan dan penurnan ASTM D1196