

PARAMETER NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH TERHADAP TINGKAT KEPADATAN TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

Yusuf Amran¹, Dionisius Yuda Pradana²

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2}

E-mail : yusufamran307@gmail.com¹, dionisiusyudapradana@gmail.com²

ABSTRAK

Nilai uji kuat tekan bebas tanah lempung *ekspansif* menggunakan campuran abu kayu dan pasir *zeolit*. Penelitian ini berguna untuk mengetahui kuat tekan bebas tanah lempung *ekspansif* setelah dilakukan stabilisasi tanah menggunakan bahan tambahan abu kayu dan pasir *zeolit* dengan persentase campuran abu kayu dan pasir *zeolit* 0%, 2%, 5%, 8% lolos saringan no. 4 (4,75 mm), untuk lama pemeraman selama 24 jam. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode desain empiris secara eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Pada penelitian yang telah dilakukan dilaboratorium untuk dapat mengetahui hasil dari Analisis Kepadatan Tanah Lempung *Ekspansif* Menggunakan Campuran Abu Kayu Dan Pasir *Zeloit* Dengan Pengujian Kuat Tekan Bebas, serta menggunakan campuran abu kayu dan pasir *zeolit* yang berbeda, yaitu : 0%, 2%, 5%, 8%. dari sampel yang telah diujikan dengan abu kayu dan pasir *zeolit* yakni dengan campuran 0%, 2%, 5%, 8% pada 10x tumbukan, 25x tumbukan, 56x tumbukan yang berbeda menghasilkan perubahan nilai q_u dan c_u . Nilai q_u terbesar dihasilkan pada saat berada dikondisi tanah dengan (abukayu & pasir *zeolit*),5% dan jumlah tumbukan 56 kali yang menghasilkan nilai q_u sebesar 2,2495 kg/cm² sedangkan untuk nilai q_u terkecil berada pada kondisi tanah dengan (abukayu & pasir *zeolit*) 0% dan jumlah tumbukan 10 kali yang menghasilkan nilai q_u sebesar 0,6440 kg/cm². Nilai c_u terbesar dihasilkan pada saat berada di kondisi tanah dengan (abu kayu & pasir *zeolit*) 5%, jumlah tumbukan 56 kali yang menghasilkan nilai c_u sebesar 1,1247kg/cm² sedangkan untuk nilai c_u terkecil berada pada kondisi tanah dengan (abu kayu & pasir *zeolit*) 0% dan jumlah tumbukan 10 kali yang menghasilkan nilai c_u sebesar 0,3220 kg/cm².

Kata Kunci : Tanah Lempung Ekspansif; Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah.

PENDAHULUAN

Tanah lempung ekspansif merupakan jenis tanah yang mempunyai kembang susut yang tinggi. Hal ini disebabkan sifat lunak plastis dan kohesif pada tanah lempung disaat basah, sehingga menyebabkan perubahan volume yang besar karena pengaruh air dan menyebabkan tanah mengembang dan menyusut dalam jangka waktu yang relatif cepat. Sifat inilah yang menjadi alasan perlunya dilakukan proses

stabilisasi agar sifat tersebut diperbaiki sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

Konstruksi pada tanah lempung ekspansif memiliki banyak permasalahan seperti sangat mudah terpengaruh air, mempunyai sifat *swelling* dan *shrinkage* yang cukup besar, serta nilai penurunan tanah yang besar. Ketidakstabilan konstruksi tersebut dapat diatasi dengan melakukan stabilisasi terhadap tanah yang menjadi dasar dalam menopang konstruksi tersebut. Stabilisasi yang

dilakukan yaitu stabilisasi tanah secara kimiawi, yang berupa penambahan abu kayu dan pasir *zeolit* dengan variasi abu kayu 0%, 2%, 5%, 8%, yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm). adapun lama pemeraman yang dilakukan selama 24 jam. Variasi tersebut dilakukan karena untuk menunjukkan bahwa dengan penambahan variasi abu kayu dan pasir zeolit dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu kayu dan pasir *zeolit* pada tanah lempung ekspansif terhadap kuat tekan bebas pada umur pemeraman selama 24 jam. Penelitian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik (pemeriksaan analisa saringan, analisa hidrometer, berat jenis tanah, kadar air, *Atterberg* (batas cair dan batas plastis) dan sifat mekanis tanah dengan uji kuat tekan bebas.

Pada penelitian ini material yang ditambahkan yaitu abu kayu dan pasir *zeolit*. Limbah abu kayu yang dihasilkan dari dapur rumah tangga terbilang cukup banyak, sehingga perlu dimanfaatkan agar tidak menumpuk percuma. Salah satu cara untuk mengurangi limbah abu kayu tersebut yaitu dengan cara menggunakannya sebagai material alternatif dalam perbaikan tanah lempung ekspansif. Limbah abu kayu dipilih sebagai material perbaikan tanah karena memiliki kandungan unsur dominan yang dapat memperbaiki kondisi tanah yaitu CaO (*Kalsium Oksida*) dan SiO₂ (*Silikon Dioksida*).

TINJAUAN PUSTAKA

Deskripsi Tanah

Secara umum, tanah sebagai dasar perletakan suatu struktur harus mempunyai sifat dan daya dukung yang baik, karena kekuatan suatu struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja.

Tidak semua tanah di sekitar kita mempunyai sifat dan daya dukung yang baik. Beberapa lokasi sering ditemukan salah satu jenis tanah yang kurang baik yaitu tanah lempung ekspansif.

Adapula jenis-jenis tanah dari daerah satu dan daerah lainnya sebagai berikut :

- a. Tanah *Aluvial*
- b. Tanah *Andosol*
- c. Tanah *Entisol*
- d. Tanah *Grumusol*
- e. Tanah *Humus*
- f. Tanah *Inceptisol*
- g. Tanah *Laterit*
- h. Tanah *Latosol*
- i. Tanah *Litosol*
- j. Tanah *Kapur*

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem atau cara pengelompokan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang sama atau hampir sama, kemudian diberi nama agar mudah dikenal, diingat, dan dibedakan dengan tanah-tanah lainnya. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Klasifikasi bermaksud membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang serupa diberi simbol nama yang sama.

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas.

Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung ekspansif atau tanah yang mudah mengalami kembang susut banyak dijumpai di

Indonesia. Tanah ekspansif (*ekspansif soil*) adalah istilah yang digunakan pada tanah yang mempunyai potensi pengembangan atau penyusutan yang tinggi oleh pengaruh perubahan kadar air. Tanah ekspansif akan menyusut bila kadar air berkurang, dan sebaliknya akan mengembang bila kadar air bertambah. Dalam, umumnya tanah yang mempunyai potensi mengembang, juga mempunyai potensi menyusut oleh perubahan kadar air. (Hardiyatmo, 2014)

Istilah tanah *ekspansif* dan potensi pengembangan umumnya digunakan untuk menunjukkan tanah yang mudah mengalami kembang-susut tersebut. Tanah-tanah yang mudah berubah volumenya ini adalah tanah yang banyak mengandung lempung. (Hardiyatmo, 2014)

Tanah lempung ekspansif ini apabila terjadi peningkatan kadar air tanah akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan. Apabila kadar air berkurang akan terjadi penyusutan. Kembang susut terjadi sebagai akibat adanya perubahan system tanah-air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan. Beberapa mineral yang biasa terdapat pada tanah ekspansif adalah *kaolinite*, *illite* dan *montmorillonite*. Ketiganya merupakan bentuk kristal Hidros Aluminium Silikat, namun ketiganya mempunyai sifat-sifat dan struktur dalam yang berbeda satu dengan yang lainnya. Perbedaan komposisi kimia dan struktur kristal pada mineral memberikan beberapa kelemahan untuk mengembang. Pengembangan terjadi ketika air meresap diantara partikel lempung, sehingga menyebabkan terpisahnya partikel. Lempung ekspansif merupakan lempung yang memiliki sifat khas yakni kandungan mineral ekspansif yang mempunyai kapasitas pertukaran ion tinggi, sehingga lempung ekspansif memiliki potensi kembang susut tinggi, apabila terjadi perubahan kadar air.

Karakteristik tanah ekspansif dipengaruhi oleh dua hal, yaitu faktor mikroskopik dan faktor makroskopik. yang dimaksud dengan faktor mikroskopik mineralogi tanah dan perilaku kimiawi tanah. Sedangkan yang dimaksud dengan faktor makroskopik adalah properti tanah secara fisik, antara lain plastisitas, Faktor makroskopik tanah ekspansif dipengaruhi oleh perilaku mikroskopiknya atau angka plastisitasnya. (ASTM D 2487-06)

Karakteristik makro tanah ekspansif adalah yang biasanya menunjukkan perilaku kembang susut tanah. Batas Atterberg merupakan salah satu parameter yang menentukan tanah itu ekspansif atau bukan. Jika batas cair lebih besar atau sama dengan 50%, diklasifikasikan sebagai lempung plastisitas tinggi (CH). (SNI 6371).

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan kerapatan tanah.
- b. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
- c. Menambah bahan yang menyebabkan perubahan kimiawi dan fisis tanah.
- d. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).

- e. Mengganti tanah yang buruk.

Tipe-Tipe Stabilisasi

Pada umumnya tipe atau cara yang digunakan untuk stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Stabilisasi Alami

Stabilisasi alami merupakan jenis stabilisasi yang terjadi karena proses alam sehingga tidak membutuhkan perlakuan khusus dalam memperbaiki sifat mekanis tanah. Contoh tanah memadat akibat berat sendiri, resapan air hujan, penyusutan air akibat penguapan, akar tanaman dan lain-lain.

- b. Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi mekanis atau mekanikal dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah yang bergradasi berbeda secara proporsional yang diikuti dengan proses pemadatan, untuk mendapatkan kepadatan maksimum. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara menggali tanah buruk ditempat dan menggantinya dengan material granular dari tempat lain. Menurut Lambe (1962) stabilisasi mekanis merupakan suatu proses yang menyangkut dua cara perubahan sifat-sifat tanah :

1. Penyusunan kembali partikel tanah, seperti contohnya pencampuran beberapa lapisan tanah, pembentukan kembali tanah yang telah terganggu dan pemadatan.
2. Penambahan atau penyingkiran partikel tanah. Contohnya lempung berpasir dicampur dengan kerikil untuk memenuhi daya dukung di jalan tertentu.

- c. Stabilisasi Kimiawi

Stabilisasi dengan bahan tambah atau dapat disebut juga stabilisasi kimiawi yaitu stabilisasi menggunakan bahan kimia untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia, dan

menghasilkan senyawa baru yang bersifat stabil. bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah. Metode ini dapat menggunakan larutan kimia/bubuk kimia, yang dicampurkan dengan tanah yang akan diperbaiki, dengan beberapa metode pencampuran yang disesuaikan dengan kondisi bahan pencampur maupun kondisi tanahnya. . Contoh : Kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*) aspal dan lain-lain.

Kuat Tekan Bebas Tanah (*Unconfined Compression Test*)

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk mengukur kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. *Unconfined compression strength* atau pengujian kuat tekan bebas tanah untuk menentukan nilai kekuatan dengan sample berbentuk silinder hasil dari pemadatan. Pengujian ini menggunakan mesin tekan untuk menekan sample yang dibentuk silinder dari satu arah. (hidayat, 2018).

Uji Tekan Bebas Pada material tanah, parameter yang perlu ditinjau adalah kekuatan geser tanahnya. Pengetahuan mengenai kekuatan geser diperlukan untuk menyelesaikan masalahmasalah yang berkaitan dengan stabilisasi tanah. Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji tekan bebas. Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20 %. Percobaan kuat tekan bebas di laboratorium dilakukan pada sampel tanah asli maupuncampuran. Pengujian ini banyak dilakukan dan cocok untuk jenis tanah lempung jenuh karena pembebanan yang cepat sehingga air tidak sempat mengalir ke luar dari

benda uji. Tekanan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah hingga benda uji mengalami keruntuhan. (hidayat, 2018)

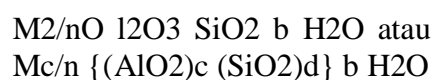
Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya. Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Uji tekan bebas ini dilakukan pada contoh tanah asli dan contoh tanah tidak asli lalu diukur kemampuannya masing-masing contoh terhadap kuat tekan bebas. Uji kuat tekan bebas tanah digunakan untuk menentukan kuat tekan bebas tanah yang mempunyai kohesi, baik tanah *undisturbed*, (*remolded*) ataupun tanah *compacted*. Pengujian UCS memiliki beberapa kelebihan yaitu pelaksanaannya yang simpel dan sampel yang dibutuhkan tidak banyak. Nilai q_u merupakan nilai tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan benda uji silindris sebelum mengalami keruntuhan geser. Setiap material apabila dikenai beban akan mengalami perubahan bentuk. Gaya per satuan luas disebut *stress*. Selain sampel juga mengalami perubahan panjang (Δl) saat panjang semula (l) disebut *strain* (ϵ). *Stress* yang dibutuhkan untuk menyebabkan patahan disebut dengan *uniaxial compressive strength*, (C_u). Standar pengujian *Unconfined Compressive Strength* terdapat pada SNI 3638:2012. Pengujian UCS adalah pengujian di dalam laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya

juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Pasir Zeolit

Zeolit Ini adalah jenis pasir kucing yang berasal dari pecahan batuan besar yang tidak menggumpal. Pasir ini berwarna abu kehijauan dan paling sering digunakan sebagai media penampung kotoran kucing karena mampu menyerap amonia dan mampu dicuci ulang dengan desinfektan.

Secara umum, zeolit memiliki mekular sruktur yang unik, di mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silicon digantikan dengan atom aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom Oksigen. Atom aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan silikon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Zeolit dapat ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal sebagai berikut :



dengan n adalah valensi logam, a adalah molekul silikat, b adalah molekul air, c dan d adalah jumlah tetrahedra *alumina* dan *silika*. Rasio d/c atau SiO_2/Al_2O_3 bervariasi dari 1-5.

Hingga saat ini, diketahui terdapat 40 jenis *zeolit* alam dan lebih dari 120 *zeolit* sintetik yang sudah diketahui strukturnya. Ada empat proses sebagai gambaran awal terbentuknya zeolit yaitu:

- a. Proses sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali.
- b. Proses alterasi.
- c. Proses diagenesis.

d. Proses hidrotermal.

Pengujian Kuat Tekan Bebas

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk mengukur kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Dari nilai kuat tekan maksimum yang dapat diterima pada masing-masing contoh akan didapat sensitivitas tanah. Nilai sensitivitas ini mengukur bagaimana perilaku tanah jika terjadi gangguan dari luar. Percobaan kuat tekan bebas dimaksudkan terutama untuk tanah lempung atau tanah lanau. (Setyanto, 2016).

Uji kuat tekan bebas merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai mengalami keruntuhan tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat – sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan.

Pada material tanah, parameter yang perlu ditinjau adalah kekuatan geser tanahnya. Pengetahuan mengenai kekuatan geser diperlukan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan stabilisasi tanah. Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji tekan bebas. Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji

mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Percobaan kuat tekan bebas di laboratorium dilakukan pada sampel tanah asli maupun buatan. (Hidayat, 2018).

Pengujian ini banyak dilakukan dan cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, karena pembebanan yang cepat sehingga air tidak sempat mengalir ke luar dari benda uji. Tekanan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah hingga benda uji mengalami keruntuhan. (Hidayat, 2018) Dalam pengujian kuat tekan bebas dilakukan penekanan yang bervariasi antara 18,00 mm/menit; 1,32 mm/menit; 1,20 mm/menit; 1,08 mm/menit; 0,96 mm/menit; 0,84 mm/menit; 0,72 mm/menit; 0,60 mm/menit; 0,48 mm/menit; 0,36 mm/menit. Dan untuk penekanan pada penelitian ini menggunakan penekanan 0,96 mm/menit karena dalam waktu 15 menit deformasi atau perubahan bentuk sampel tidak boleh lebih dari 15% dari tinggi sampel dan pada penelitian ini saat sampel sebelum mengalami penurunan sebanyak 15 % dari tinggi sampel maka akan mengalami keruntuhan.

METODE PENELITIAN

Data Penelitian dan Standarisasi

No	Data Penelitian
1	Nilai Kadar Air
2	Nilai Uji <i>Sieve Analysis</i>
3	Nilai Hidrometer
4	Nilai <i>Spesific Gravity</i>
5	Nilai <i>Atterberg Limit</i>
6	Nilai Uji <i>Standart Proctor</i>
7	Nilai Kuat Tekan Bebas

Standarisasi yang digunakan :

SNI 1965:2008
SNI 03-1968-1990
SNI 3424:2008
SNI 1964:2008

SNI 1967:2008 dan SNI 1966:2008
SNI 1742:2008
SNI 3638:2012

Metode Pencampuran Sampel

Penjelasan metode pencampuran sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Pasir zeolit dan abu kayu dicampur dengan tanah yang telah lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan kadar pasir zeolit dan abu kayu 0%, 2%, 5%, 8%, banyaknya kadar air dikonversikan kedalam satuan berat tanah, pasir zeolit dan abu kayu dengan mengalikan persetase pasir zeolit dan abu kayu dengan berat tanah yang akan diuji.
2. Pasir zeolite, abu kayu dan tanah dicampur dengan air pada kadar air optimum, dipadatkan lalu dilakukan pengujian pemadatan standart *proctor*, dan uji kuat tekan bebas tanah.

Teknik Sampling

Teknik sampling (teknik penarikan sampel) merupakan upaya penelitian untuk mendapatkan sampel yang relevan sehingga dapat menggambarkan populasinya. Yang termasuk dalam teknik sampling antara lain. Sampling acak sederhana dan sampling berlapis.

Sampling acak sederhana adalah dimana seriap elemen memiliki peluang yang sama untuk dipilih dari populasi, sedangkan sempling acak sederhana dilakukan apabila:

- a. Elemen populasi yang bersangkutan
- b. Hanya diketahui identitas – identitas dari suatu sampel

Sedangkan keterangan lain mengenai tingkat keragaman dan pembagiankedalam golongan tidak diketahui (Hasan, 2001). Sedangkan sampling acak berlapis adalah bentuk

sampling acak yang elemen yang populasinya dibagi kedalam kelompok homogen yang disebut strata. Sampling acak berlapis dilakukan apabila:

- a. Elemen – elemen populasi heterogen
- b. Ada kreteria yang digunakan sebagai dasar untuk mengumpulkan data
- c. Dapat diketahui dengan tepat jumlah unit/satuan sampling dari setiap data

Penelitian ini dilaksanakan terhitung dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, sampai dengan pembuatan laporan penelitian.

Tahapan

Pencampuran Sampel Tanah Dengan Abu Kayu Dan Pasir Zeolit

Metode pencampuran untuk masing-masing presentasi abu kayu dan pasir zeloid yang dicampur dengan sampel tanah yang lolos sarigan no. 4 (4,75 mm) adalah dengan percobaan dimana yang pertama dimulai dengan komposisi campuran abu kayu dan pasir zeloit 0%, 2%, 5%, 8% lolos saringan no. 4 (4,75 mm), untuk lama pemeraman 24 jam dengan menggunakan tanah lempung ekspansif, namun dalam pengujian besarnya campuran abu kayu dan pasir zeolit tetap melihat atau mengacu pada pengujian kuat tekan bebas (UCS) yang dilakukan pada setiap variable persentase campuran awal pada pengujian kuat tekan bebas untuk mendapatkan persentase kadar terbaik hingga mencapai nilai kuat tekan yang maksimum.

Pengujian Sampel Tanah

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Tanah Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera untuk pengujian sifat mekanis dengan metode ASTM D5102-9. Meliputi pengujian sebagai berikut :

1) Pengujian sifat fisik (*property test*) tanah asli (tanah lempung ekspansif):

- (a) Pengujian kadar air
- (b) Pengujian analisa saringan
- (c) Pengujian Hidrometer
- (d) Pengujian *atteberg Ilimit*
- (e) Pengujian berat jenis

2) Pengujian sifat mekanis tanah asli dan tanah campuran yang telah di stabilisasi dengan abu kayu dan pasir zeolit :

- (a) Pengujian *standart proctor*
- (b) Pengujian kuat tekan bebas

Teknik Pengumpulan Sampel Tanah

Pada teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan sampel tanah di lapangan. Sampel tanah diambil di lokasi pengambilan, hal ini dilakukan agar sampel tanah yang diambil merupakan tanah yang mewakili di lokasi pengambilan sampel. Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan melidungi sifat tanah tersebut (*Disturb Sampling*). Sampel tanah tersebut digunakan untuk pengujian sifat fisik tanah dan mekanis tanah yang meliputi pengujian kuat tekan bebas. Pengambilan sampel tanah cukup dengan cara dimasukan ke dalam karung plastik atau pembungkus lainnya. Adapun cara untuk memperoleh data dan informasi dalam penelitian ini, penulis melakukan pengumpulan data dengan teknik sebagai berikut :

Teknik Observasi, Menurut (Nawawi, 1992) “observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang tampak dalam suatu gejala atau gejala-gejala pada objek penelitian, Adanya observasi peneliti guna menyempurnakan penelitian agar mencapai hasil maksimal.”

Teknik Dokumentasi, Menurut (Hamidi, 2004), Metode dokumentasi ini adalah pengambilan gambar oleh peneliti untuk memperkuat hasil

penelitian. Menurut (Sugiyono, 2013), dokumentasi bisa berbentuk tulisan, gambar atau kutipan kata-kata dari seseorang.

Instrumen Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sampel tanah adalah tanah lempung yang berasal dari Desa Tanjung Krajan Kecamatan Seputih Banyak Kabupaten Lampung Tengah.
- b. Air berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro dan Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera.
- c. Bahan aditif berupa abu kayu dan pasir zeolit.
- d. Serta alat-alat laboratorium yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro dan Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera.

Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini, peralatan yang digunakan adalah alat untuk pengujian sifat fisik (*tes property* tanah yang meliputi pengujian kadar air, berat jenis tanah, analisa saringan, batas cair dan batas plastis) yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera yang telah sesuai dengan

standarisasi *American society for testing material* (ASTM), SNI dan Bina Marga.

Teknik Analisis Data

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan/korelasi serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

1. Hasil pengujian sampel tanah asli tanpa campuran akan di sajikan dalam bentuk tabel dan penggolongannya berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*).
2. Dalam hasil pengujian Kuat Tekan Bebas masing-masing terdapat campuran abu kayu dan pasir zeloit dengan tanah lempung yang disajikan dalam bentuk grafik dan tabel hasil pengujian.
3. Hasil dari pengujian parameter Kuat Tekan Bebas terhadap campuran abu kayu dan pasir zeloit disajikan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian dan di dapatkan persentase optimumnya.
4. Analisis mengenai perubahan karakteristik pada pencampuran abu kayu dan pasir zeloit serta hasil pengujian yang mengacu pada perubahan nilai dari parameter pengujian Kuat Tekan Bebas, sebagai berikut :
 - a. Dari hasil pengujian laboratorium untuk parameter kepadatan tanah, yang disajikan hasilnya dalam bentuk tabel dan grafik, caranya dengan membandingkan nilai berat isi kering maksimum dan nilai kadar air optimum pada

persentase abu kayu dan pasir zeloit, dari nilai tabel dan grafik tersebut akan di dapat perbandingan antara pengaruh masing-masing komposisi dengan nilai berat isi kering maksimum dan nilai kadar air optimum.

Hasil pengujian parameter Kuat Tekan Bebas, nilai kekuatan daya dukung tanah asli dan tanah campuran akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik antara nilai peningkatan atau penurunan nilai kuat tekan. Dari grafik dan tabel nilai kuat tekan tersebut maka akan di dapatkan penjelasan mengenai hasil analisis perbandingan kualitas daya dukung tanah yang terjadi pada masing-masing penetrasi.

HASIL PENELITIAN

Analisis Data Hasil Penelitian

Metode analisis data adalah metode atau cara yang digunakan untuk menyederhanakan dan mempermudah dalam memahami data yang diperoleh di laboratorium. Data di laboratorium yang telah didapatkan kemudian dianalisis berdasarkan urutan pekerjaannya. Analisa data untuk mengetahui parameter tanah selama dalam penelitian serta mencari nilai-nilai kumulatif tanah serta membuat kesimpulan dari hasil pengujian dilakukan. Berikut ini analisis terhadap data yang telah diujikan :

- a. Analisa Saringan *Sieve Analysis* (SNI-1968-1990)

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan disaringan no. 200 dan untuk mengetahui pembagian butir-butir tanah (*gradasi*) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan nomor, No.4, No.10, No.20, No.40, No.60, No.100, No.200 dan penutup. Dari hasil pengujian analisa saringan persentase

lolos saringan No.4 sebesar 99,24%, sedangkan persentase lolos saringan No.200 sebesar 83,99%. Berdasarkan persentase nilai lolos saringan No.200, sampel tanah di atas memiliki persentase lebih besar dari 50%, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini dikategorikan golongan tanah berbutir halus. mengenai klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas yang diplotkan pada diagram bagan Tabel 21 didapatkan identifikasi yang lebih spesifik. Dengan merujuk pada hasil yang diperoleh maka tanah berbutir halus yang diuji termasuk kedalam kelompok CH.

b. Pengujian Hidrometer (SNI 3424:2008)

Pengujian analisis hidrometer adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan no. 200. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi tanah yang lolos saringan no. 200. Jadi dari hasil pengujian tersebut memiliki pembacaan hydrometer yang semakin lama semakin kecil dengan puncaknya yaitu sebesar 22,4 mm.

c. Pengujian Kadar Air (SNI 03-1997-1990)

Tujuan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air dalam tanah. Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persendengan menggunakan alat oven, pengujian kadar air tanah asli pada semua titik sampel menunjukkan nilai kadar air yang terkandung dalam tanah lempung ekspansif tersebut sebesar 65,30%, 78,50%, 64,90%, 64,83%, 78,73%. Jika ditarik rata-rata dari semua titik sampel diperoleh kadar air dengan nilai 70,45%. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan air dari tanah lempung ekspansif dan nilai indeks plastis yang tinggi (Hardiyatmo,2002).

d. Pengujian Batas *Atterbeg Limit* (ASTM-4318-89)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, sedangkan batas plastis adalah kadara air minimum suatu tanah dalam keadaan plastisitas. Nilai indeks plasitas (PI) sangat menentukan sifat keplastisan tanah. Semakin besar nilai PI, maka akan semakin besar tingkat plastis tanah tersebut. Pengamatan diperoleh nilai indeks plastisitas rata-rata sebesar 34,29 %, karena dilihat dari tabel sifat nilai indek plastisitas dari pengujian ini termasuk kedalam kelompok tanah yang memiliki nilai PI >17 yang bersifat plastisitas tinggi dilihat dari klasifikasi tanah (Hardiyatmo,2002).

e. Pengujian Berat Jenis Tanah (SNI 1964:2008)

Tujuan pengujian berat jenis tanah untuk mendapatkan nilai berat jenis dari suatu sampel tanah. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada temperatur tertentu. Sampel tanah asli yang lolos saringan No.40 dikeringkan dalam oven. Didapatkan berat jenis (Gs) rata-rata per titik antara 2,61gr/cm³. Jika diambil rata-rata dari semua titik diperoleh nilai berat jenis (Gs) 2,61gr/cm³, nilai ini jika dikategorikan pada tabel 10 termasuk kedalam jenis tanah lempung organik, dengan batasan 2,58 – 2,65. Dari hasil analisis dalam pengujian ini dikategorikan termasuk kedalam jenis tanah lempung organik dilihat dari klasifikasi tanah (Hardiyatmo, 1992).

f. Pemadatan Tanah *Proctor Standard*(SNI 03-1744-2012)

Pengujian ini untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume

kering maksimumnya dengan alat yang digunakan satu set uji *proctor* nilai OMC dan v_{dmaks} dari hasil kadar campuran abu kayu dan pasir zeolit mendapatkan kadar campuran maksimum 8% dengan kadar air optimum 44,05%, dengan berat kering maksimum $1,00 \text{ gr/cm}^3$. Menurut *Proctor* (1933) dan Hardiyatmo (2002), hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume, karena hal ini air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat setelah dilakukan pemadatan dengan penambahan campuran zat *additive* tanah akan mencapai batas maksimum.

Dari hasil pengujian pemadatan tanah campuran abu kayu & pasir zeolit mendapatkan kadar campuran maksimum 8%, dengan kadar air optimum 44,05%, dengan berat kering maksimum $1,07 \text{ gr/cm}^3$. Nilai kadar air optimum cenderung semakin meningkat.

g. Pengujian Kuat Tekan Bebas (SNI 3638:2012)

Uji kuat tekan bebas dimaksudkan untuk memperoleh kuat geser dari tanah kohesif. Kuat tekan bebas (q_u) adalah harga tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silindris (dalam hal ini sampel tanah) sebelum mengalami keruntuhan. Dari pengujian nilai kuat tekan bebas, nilai q_u yang paling tinggi adalah pada penelitian ini yakni pada campuran abu kayu dan pasir zeolit 5% dengan tegangan sebesar $1,645 \text{ kg/cm}^2$ untuk 10x tumbukan, $1,9417 \text{ kg/cm}^2$ untuk 25x tumbukan, dan $2,2495$ untuk 56x tumbukan. Dari hasil analisis menunjukkan dengan penambahan abu kayu dan pasir zeolit mengakibatkan perubahan nilai q_u dengan kuat tekan optimum pada 56x tumbukan dengan 5% campuran.

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter tegangan dan regangan adalah uji tekan bebas. Pengujian ini banyak dilakukan

dan cocok untuk jenis tanah lempung ekspansif karena pembebanan yang cepat sehingga air tidak sempat mengalir ke luar dari benda uji. Tekanan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah hingga benda uji mengalami keruntuhan.

Pada penelitian ini sampel yang diuji adalah tanah lempung ekspansif yang dicampur dengan abu kayu dan pasir zeolit dengan persentase campuran sebesar 0%, 2%, 5% dan 8%. Kemudian dari analisis laboratorium tentang kuat tekan bebas mengalami tegangan dan regangan optimum sebesar $2,2495 \text{ kg/cm}^2$ dengan 25x tumbukan saat campuran tanah + 5% (abukayu & pasir zeolit), pada kadar air optimum (35,49%). Dalam penelitian ini tegangan dan regangan dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Tegangan

Suatu benda elastis akan bertambah panjang sampai ukuran tertentu ketika ditarik oleh sebuah gaya. Besarnya tegangan pada sebuah benda adalah perbandingan antara gaya tarik yang berkerja terhadap luas penampang benda tersebut. Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan benda berubah bentuk. Dalam penelitian ini besarnya tegangan optimum pada campuran tanah + 5% (abukayu & pasir zeolit) adalah $2,2495 \text{ kg/cm}^2$.

b. Regangan

Regangan merupakan perubahan relatif ukuran atau bentuk suatu benda yang mengalami tegangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang benda terhadap panjang benda mula-mula. Selain itu regangan menjadi tolok ukur seberapa jauh benda tersebut berubah bentuk.

KESIMPULAN

Untuk pengujian kuat tekan bebas yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah Institut Teknologi Sumatra, dari sampel yang telah diujikan dengan abu kayu dan pasir zeolit yakni dengan campuran 0%, 2%, 5%, 8% pada 10x tumbukan, 25x tumbukan, 56x tumbukan yang berbeda menghasilkan perubahan nilai q_u dan c_u . Nilai q_u terbesar dihasilkan pada saat berada dikondisi tanah dengan (abukayu & pasir zeolit), 5% dan jumlah tumbukan 56 kali yang menghasilkan nilai q_u sebesar 2,2495 kg/cm² sedangkan untuk nilai q_u terkecil berada pada kondisi tanah dengan (abukayu & pasir zeolit) 0% dan jumlah tumbukan 10 kali yang menghasilkan nilai q_u sebesar 0,6440 kg/cm². Nilai c_u terbesar dihasilkan pada saat berada di kondisi tanah dengan (abukayu & pasir zeolit) 5%, jumlah tumbukan 56 kali yang menghasilkan nilai c_u sebesar 1,1247kg/cm² sedangkan untuk nilai c_u terkecil berada pada kondisi tanah dengan (abukayu & pasir zeolit) 0% dan jumlah tumbukan 10 kali yang menghasilkan nilai c_u sebesar 0,3220 kg/cm². Penambahan % (abukayu & pasir zeolit) pada tanah dalam pengujian ini dapat menaikkan nilai q_u maupun nilai c_u yang dapat saja dikarenakan sifat (abukayu & pasir zeolit) yang dapat menyerap air dan pencampuran tanah dengan (abukayu & pasir zeolit) menyebabkan sampel tanah yang akan diuji menjadi kering dan rapuh.

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Institut Teknologi Sumatra menunjukkan bahwa dari kuat tekan bebas tanah asli dan tanah campuran memiliki peningkatan yaitu 29%(pada campuran 2%), 112%(pada campuran 5%), dan 100% (pada campuran 8%) dari tegangan atau kuat tekan bebas sebesar 1,058 kg/cm² (pada campuran 0%). Peningkatan kuat tekan bebas pada

tanah lempung ekspansif ini karena dari campuran abu kayu dan pasir zeolit yang

1. memiliki sifat menyerap air. Dengan adanya stabilisasi tanah lempung ekspansif nilai kepadatan tanah cenderung meningkat dari tanah aslinya, ini dikarenakan semakin meningkatnya persentase penambahan campuran abu kayu dan pasir zeolit maka akan menyebabkan nilai kuat tekan bebas semakin bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran Yusuf, 2015, "Analisa Permeabilitas Tanah Lempung Menggunakan Bahan Campran Abu Sekam Padi". Metro: Universitas Muhammadiyah Metro.
- Darwis, 2017, "Stabilisasi Tanah Dengan Memperbaiki Karakteristik Tanah Asli". Edisi pertama. Pena indris. Yogyakarta.
- Das braja M. 1998, "Deskripsi Tanah Lempung Ekspansif". Tribun Lampung, 25 Desember 2021, h. 6
- Hardiyatmo, 2014. "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif". *Jurnal komparansi Nilai Daya Dukung Tanah Lempung*, Hal:193 – 204 .
- Putri, 2020. "Pengaruh Penambahan Abu Kayu dan Abu Bambu Terhadap Kepadatan Tanah Lempung". *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*. 3(2).h.192-204.
- Rahmadi Bambang, 2017, "Meningkatkan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Mayawang Distabilisasi Dengan Semen". *Jurnal infrastrukturnl* ,3.h. 1-102.
- Septyanto, 2016, "Kuat Tekan Bebas Untuk Tanah Lempung Atau Tanah Lanau". *Jurnal kuat tekan bebas*, 7(1), h. 38–60.
- Standar Nasional Indonesia, 1990, "Metode Pengujian Tentang

- Analisa Saringan* " Revisi SNI 03-1968-1990. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2008, "*Cara Pengujian Berat Jenis Tanah*" Revisi SNI 03-1964-2008. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2008, "*Cara Pengujian Kadar Air Untuk Tanah*" Revisi SNI 03-1965-2008. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2008, "*Cara Pengujian Standar Proktor*" Revisi SNI 1742-2008. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2008, "*Cara Uji Analisis hidrometer(Analisis Ukuran Butiran Tanah)*" Revisi SNI 3424-2008. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2012, "*Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah*" Revisi SNI 03-1966-1967. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2012, "*Metode Uji Kuat Tekan Bebas*" Revisi SNI 3638. Bandung.
- Suhendro Bambang.2014."*Mekanika Tanah Teori, Soal, dan Penyelesaian*".Edisi Pertama. Andi Yogyakarta.Yogyakarta.
- Sutarman,E.2009."*Konsep dan Aplikasi Mekanika Tanah*".Edisi Pertama. Andi Yogyakarta.Yogyakarta.