
Pengaruh Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Penambahan Cangkang Telur Pada Tanah Lempung

Rizki Ramadhan¹, Juprian Sarifah², Husni Malik Hasibuan³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, FT Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil, FT Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

e-mail: ¹rizkiramadhan15575@gmail.com, ²Jufriahsarifah@gmail.com, ^{3*}husnihasibuan@ft.uisu.ac.id.

Abstrak

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai sifat kembang susut ini sangat dipengaruhi oleh kandungan air dan mineral yang ada di dalam tanah tersebut. Sifat yang khas dari tanah adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, jika basah akan bersifat lunak plastis, kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Kuat tekan bebas merupakan tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau saat regangan aksial mencapai 20%. Perbaikan tanah sudah umum dilakukan dalam pekerjaan konstruksi dengan tujuan untuk meningkatkan daya dukung dari tanah agar dapat memikul beban konstruksi yang akan berdiri di atasnya. Pada penelitian ini, bahan stabilisasi yang digunakan ialah cangkang telur. Pengambilan sampel tanah dan pengujian di laboratorium untuk mengetahui nilai index properties tanah asli dan engineering properties menggunakan uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test). Sampel tanah terdiri dari 5 (lima) variasi campuran cangkang telur, yaitu kadar cangkang telur sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dari sampel tanah asli. Hasil dari penelitian uji kuat tekan tanah dengan campuran cangkang telur terhadap tanah asli ini menunjukkan bahwa penambahan cangkang telur tidak dapat dipergunakan sebagai bahan stabilisasi tanah karena akan membuat nilai dari kuat tekan tanahnya semakin menurun.

Kata kunci— Lempung; Kuat; Daya; Cangkang

Abstract

Clay soils are soils that have shrinkage-development properties that are strongly influenced by the water content and minerals in the soil. The typical nature of the soil is in a dry state will be hard, if wet will be soft plastic, cohesive, expand and shrink quickly, so it has a large volume change and it occurs due to the influence of water. Free compressive strength is the axial pressure of the test specimen at the time of collapse or when the axial strain reaches 20%. Soil improvement is commonly carried out in construction work with the aim of increasing the bearing capacity of the soil so that it can carry the construction load that will stand on it. In this research, the stabilization material used is eggshell. Soil sampling and laboratory testing to determine the value of the original soil index properties and engineering properties using the Unconfined Compression Test. The soil sample consists of 5 (five) variations of eggshell mixture, namely eggshell content of 0%, 2%, 4%, 6%, 8% of the original soil sample. The results of the soil compressive strength test research with eggshell mixture against the original soil showed that the addition of eggshells can not be used as a soil stabilization material because it will make the value of the compressive strength of the soil decreases.

Keywords— Clay; Strength; Power; Shell

1. PENDAHULUAN

Tanah dalam pandangan teknik sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) [1]. Tanah adalah salah satu elemen penting sebagai bahan bangunan yang harus diperhatikan dalam berbagai pekerjaan terutama dibidang teknik sipil, disamping itu tanah juga berfungsi untuk mendukung suatu konstruksi sipil seperti pondasi bangunan gedung, jalan, maupun jembatan. Hanya tanah yang memiliki karakteristik teknis (*engineering properties*) yang bermutu baik yang bisa digunakan sebagai material konstruksi (mempunyai karakteristik teknis yang baik).

Cangkang telur merupakan lapisan luar dari telur yang berfungsi melindungi semua bagian telur dari luka atau kerusakan. Cangkang telur mempunyai komposisi yaitu kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 94% dari total bobot keseluruhan cangkang, kalsium fosfat (1%), bahan organik (4%) dan magnesium Karbonat (1%) [2]. Berdasarkan hasil penelitian, cangkang telur ayam mengandung kalsium sebesar $401 \pm 7,2$ gram atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat [3]. Pemberian abu cangkang telur dapat dijadikan pengganti kapur, karena dapat menaikkan pH tanah alluvial.

1.1. Tanah

Tanah penyusunan gerak bumi sebagai garis besar menjadi dua kategori yaitu tanah (*soil*) dan batuan (*rock*). Batuan merupakan agregat mineral yang satu sama lainnya diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen. Sedangkan tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri agregat (butiran) mineral-mineral yang tidak dapat tersementasi (terkait secara kimia) satu sama yang lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (berpatikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah diartikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat yang tidak terikat secara kimia dengan yang lainnya dan terbentuk dari pelapukan fisika dan kimiawi batuan [4]. Pelapukan fisika tidak membuat tanah menjadi lempung, walaupun ukurannya kecil juga seperti butiran lempung. Pelapukan kimiawi merubah mineral yang terdapat pada batuan membuat jenis mineral yang lain berbeda sifatnya. Proses pelapukan kimiawi ini membutuhkan H_2O , O_2 , dan CO_2 .

Selain pelapukan kimiawi dan fisika, terdapat penyebab lainnya dalam proses terbentuknya tanah. Penyebab utama ialah dibawahnya pertikel tanah lalu mengendap dilain tempat contohnya laut atau danau. Tanah dan erosi yang disebabkan hujan dibawah oleh sungai sehingga ke laut dan danau. Pada saat inilah pengendapan terjadi lapisan per lapisan didanau dan dasar laut. Tanah merupakan komposisi dari tiga fase yang berbeda jika tanah dalam keadaan jenuh sebagian maka terdiri dari tiga fase yaitu: partikel padat, pori-pori, udara dan air pori.

1.2. Sifat-sifat Fisik Tanah

Angka pori atau *void ratio* (e) ialah perbandingan antara volume rongga (V_v) Dengan volume butiran (V_s) dalam tanah. Angka pori dinyatakan dalam bentuk desimal. Berikut rumus dari angka pori :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad \dots (1)$$

Dimana :

e = angka pori

V_v = volume rongga (cm)

V_s = volume butiran (cm)

1.3. Porositas (*porosity*)

Porositas atau *porosity* (n) diartikan sebagai presentase perbandingan antara volume rongga

(Vv) dengan volume total (V) dalam tanah. Porositas biasanya dikali dengan 100% dengan demikian porositas dapat dinyatakan dalam bentuk persen atau :

$$n = \frac{Vv}{V} \times 100 \quad \dots (2)$$

Dimana :

n : porositas (%)

Vv : volume rongga (cm)

V : volume total (cm)

1.4. Tanah Lempung

Tanah lempung ialah butiran tanah dengan ukuran kurang mikroskopis yang terbentuk dari batuan yang telah melapuk [5] dan bahwa batas dari ukuran fisik tanah lempung yaitu lolos saringan nomor 40, untuk mencari tau klasifikasi atau jenis tanah lempung tidak hanya dari ukurannya, namun harus cari tahu juga kandungan dari mineral yang terdapat didalamnya [6]. Arti lain tanah lempung adalah partikel dari mineral dengan butiran halus yang ukurannya dari 0,02 mm, memiliki permeabilitas rendah, tanah lempung bersifat kohesif dalam keadaan kadar air lebih tinggi, bersifat plastis dapat mengembang pada kadar air sedang dan mengeras keadaan kering. Tanah lempung mempunyai karakteristik atau sifat antara lain [7] :

1. Partikel halus berukuran kurang dari 0.002 mm,
2. Sifatnya kohesif
3. Kadar susut dan kembangnya tinggi
4. Mempunyai permeabilitas rendah
5. Lambatnya proses konsolidasi
6. Meningkatnya air kapiler tinggi

1.5. Stabilitas Tanah

Stabilitas tanah adalah usaha untuk memperbaiki tanah yang bermasalah agar tanah memenuhi syarat sesuai dengan fungsinya [8]. Stabilitas tanah merupakan metode yang dipakai agar memperbaiki dan merubah sifat dari tanah asli sehingga diharapkan tanah asli tersebut kualitasnya lebih bagus dan dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah asli terhadap infrastruktur diatasnya [9].

Jika tanah yang ada dilapangkan bersifat mudah hancur, mudah tertekan dan memiliki indeks konsistensi yang tidak semestinya, permeabilitasnya sangat tinggi, atau karakteristik lainnya yang tidak sesuai dalam pembangunan infrastruktur, jadi tanah tersebut distabilisasi agar dapat memenuhi syarat-syarat teknis yang dibutuhkan.

Stabilisasi tanah memiliki maksud utama yaitu meningkatkan kemampuan dari daya dukung tanah itu sendiri saat menopang beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah. Stabilisasi tanah bisa tersusun dari salah satu tindakan yaitu :

Stabilisasi kimiawi, ialah menambahkan bahan kimia tertentu, sampai reaksi kimia terjadi. Stabilisasi kimiawi dilaksanakan dengan 3 cara :

1. Mencampurkan tanah dengan bahan kimia lalu diaduk dan dipadatkan. Kedua yaitu memasukkan bahan kimia kedalam tanah grouting sehingga terjadi reaksi antar bahan kimia dengan tanah. Material atau bahan yang dipakai yaitu : kapur tohor, Portland semen, dan bahan kimia yang lain.
 2. Pembongkaran dan penggantian tanah yang tidak bagus. Tanah yang tidak bagus akan mengandung zat organik sehingga terjadi pelapukan, jika tanah terkena beban maka akan mengalami penurunan yang berbeda.
 3. Gradasi diperbaiki dengan menambahkan tanah pada fraksi tertentu yang dianggap tidak cukup, sehingga tercapai gradasi yang rapat. Fraksi yang tidak cukup yaitu fraksi yang
-

bebutir kasar, yang dilakukan yaitu pencampuran tanah bersamaan dengan fraksi yang berbutir kasar contohnya krikil dan pasir.

4. Pemasatan tanah menggunakan alat pematat.

1.6. Limbah cangkang telur

Cangkang telur merupakan limbah buangan organik yang sudah tidak terpakai. Cangkang telur jika tidak di manfaatkan secara maksimal maka akan merusak ke indahan lingkungan, hal ini karena cangkang telur membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengurai secara alami. Cangkang telur mempunyai komposisi yaitu kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 94% dari total bobot keseluruhan cangkang, kalsium fosfat (1%), bahan organik (4%) dan magnesium Karbonat (1%). Berdasarkan hasil penelitian, cangkang telur ayam mengandung kalsium sebesar $401 \pm 7,2$ gram atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat.

1.7. Analisa Saringan

Analisa saringan merupakan mengayak dan mengunjangkan dengan satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut semakin kecil secara berurutan. Awalnya sempel tanah dikeringkan terlebih dahulu, lalu semua gumpalan-gumpalan dihaluskan hingga menjadi butiran yang lebih kecil. Kemudian diayak sesuai percobaan dilaboratorium. Setelah 10 menit diayak dengan menggunakan mesin sieve shaker, lalu masa tanah yang tertinggal disetiap saringan yang ada ditimbang beratnya.

Perhitungan :

Berat tertahan = (Berat saringan + sampel tanah) – (Berat saringan mula-mula)

$$\text{Persen Tertahan} = \frac{\text{Komulatif tertahan}}{\text{Berat mula-mula}} \times 100\% \quad \dots (3)$$

1.8. Kadar Air (*moisture content*)

Kadar air sangat mempengaruhi perilaku tanah khususnya pada proses pengembangan. Lempung dengan kadar air yang rendah memiliki potensi pengembangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lempung dengan kadar air tinggi [10]. Hal tersebut dikarenakan tanah lempung dengan kadar air alami rendah lebih berpotensi untuk menyerap air lebih banyak.

$$\text{Berat air (W}_a\text{)} = (\text{Berat cawan} + \text{Tanah basah}) - (\text{Berat cawan} + \text{Tanah kering}) \quad \dots (4)$$

$$\text{Berat tanah kering} = (\text{Berat cawan} + \text{Tanah kering}) - (\text{Berat cawan}) \quad \dots (5)$$

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat air (gram)}}{\text{Berat tanah kering (gram)}} \times 100\% \quad \dots (6)$$

$$\text{Kadar air Rata-Rata} = \frac{w_1+w_2+w_3+w_4}{4} \quad \dots (7)$$

Keterangan :

1. W_1 = Berat cawan
2. W_2 = Berat cawan + tanah basah
3. W_3 = Berat cawan + tanah kering
4. W_4 = Berat tanah kering

1.9. Berat Jenis (*Spesifik Gravity*)

Berat jenis tanah menyatakan perbandingan antara berat tanah dengan berat isi air murni pada suhu 4°C . Berat jenis dalam tanah diartikan sebagai rasio antara berat jenis zat pada partikel tanah dengan berat isi air.

Rumus :

$$\text{Berat jenis (Gs)} = \frac{W1-W2}{(W3-W1)-(W4-W2)} \quad \dots (8)$$

Keterangan :

1. W1 = Berat piknometer
2. W2 = Berat piknometer + tanah kering
3. W3 = Berat piknometer + tanah kering + air
4. W4 = Berat piknometer + air

1.10. Batas-batas Konsistensi Tanah (Atterberg)

Suatu ukuran relative dimana tanah dapat berubah bentuk diartikan dengan konsistensi, yang banyak digunakan untuk tanah berbutir halus. Konsistensi banyak dihubungkan dengan kadar air yang menunjukkan kekentalan tanah itu. Pengujian atterbeg limit dilaksanakan pada tanah terganggu (disturbed). Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai batas cair, batas plastis, batas susut, indeks plastisitas serta aktivitas sampel tanah.



Gambar 1. Batas-Batas Konsistensi Tanah

1. Batas cair / liquid limit (LL)

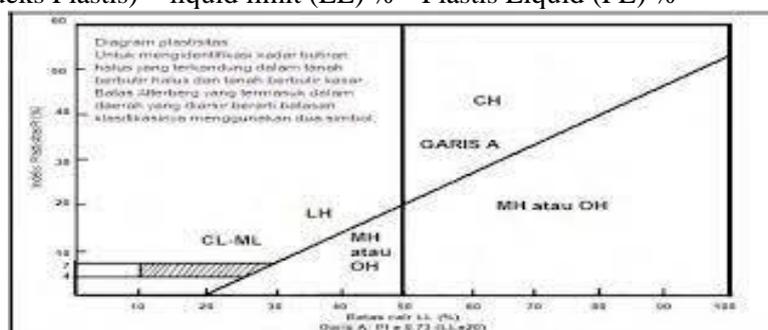
Batas cair adalah batas kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis menjadi cair. Tujuannya ialah untuk menentukan kadar air dari suatu pada batas cair. Dalam teknik tanah batas cair didefinisikan secara kadar sebagai kadar air dimana 25 kali tumbukan oleh alat batas cair akan menutupi celah (*groove*) standar yang dibuat pada lempengan tanah untuk panjang 12,7 cm.

2. Batas Plastis / Plastis Liquid (PL)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Tujuannya ialah untuk menentukan kadar air pada batas plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan plastis dalam kadar yang berkisar antara batas cair dan batas plastis, kisaran ini dinamakan dengan indeks plastisitas.

Rumus :

$$PI \text{ (indeks Plastis)} = \text{liquid limit (LL) \%} - \text{Plastis Liquid (PL) \%} \quad \dots(9)$$



Gambar 2. Plastisitas tanah

1.11. Pemadatan Tanah (*compaction*)

Pemadatan tanah (*compaction*) adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis (digilas/ditumbuk) sehingga pertikel-partikel tanah menjadi rapat. Dengan kata lain, pemadatan tanah adalah densifikasi tanah yang jenuh dengan penurunan volume rongga diisi dengan udara, sedangkan volume pemadatan dan kadar air tetap pada dasarnya sama. Hal ini merupakan cara yang paling jelas dan sederhana untuk memperbaiki stabilitas dan daya dukungan tanah.

Maksud pemadatan, antara lain :

- a. Mempertinggi kuat geser tanah
- b. Mengurangi sifat mudah mampat (Kompresibilitas)
- c. Mengurangi permeabilitas
- d. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat Perubahan kadar air dan lainnya.

Tanah granuler merupakan tanah yang paling mudah penanganannya untuk pekerjaan lapangan. Setelah dipadatkan tanah tersebut mampu memberikan kuat geser yang tinggi dengan sedikit perubahan volume. Hal ini dikarenakan permeabilitas tanah granuler yang tinggi. Berbeda dengan tanah lanau yang permeabilitasnya rendah sangat sulit dipadatkan bila dalam keadaan basah.

Tanah lempung memiliki permeabilitas yang rendah dan tanah ini tidak dapat dipadatkan dengan baik dalam kondisi basah seperti halnya tanah lanau. Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang susut tergantung dari kandungan mineralnya.

Kepadatan tanah tergantung pada nilai kadar air, saat air ditambahkan pada pemadatan, air ini melunakan partikel-partikel tanah menggelincir satu sama lain dan bergerak pada posisi yang lebih rapat. Pemadatan yang dilakukan pada saat kadar air lebih tinggi dari pada kadar airoptimumnya akan memberikan pengaruh terhadap sifat fisis tanah.

Uji pemadatan tanah atau *proctor standard* adalah metode laboratorium untuk menentukan eksperimental kadar air optimal dimana suatu jenis tanah tertentu akan menjadi paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum. Teori pemadatan pertama kali dikembangkan oleh R.R Proctor.

Pada tahun 1933, Proctor menemukan dasar-dasar pemadatan tanah, dimana terdapat 4 (empat) variable yang digunakan dalam fungsi *Compaction*, yaitu :

- a. Usaha pemadatan
- b. Jenis tanah
- c. Kadar air tanah optimum
- d. Berat isi kering tanah

1.11 Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength*)

Kuat tekan bebas merupakan besarnya beban axial persatuan luas pada saat sample mengalami keruntuhan atau pada regangan axialnya mencapai 20%. Tujuannya adalah untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas (q_u) sample tanah dan bahan yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan.

Pengujian *Unconfined Compression* pada tanah lempung jenuh air, biasanya menghasilkan harga q_u yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian uu (untuk test triaksial) tegangan aksial yang diterapkan diatasnya benda uji berangsur-angsur ditambahkan sampai benda uji mengalami keruntuhan. Nilai kuat tekan bebas (*Unconfined Compression strength*), q_u didapat dari pembacaan proving ring dial yang maksimum :

$$q_u = \frac{k \times R}{A} \quad \dots (10)$$

Dimana :

q_u : kuat tekan bebas (Kg/cm)

k : kalibrasi proving ring

R : pembacaan maksimum – pembacaan awal

A : Luas penampang contoh (cm)

Prosedur percobaan kuat tekan bebas ialah: kuat tekan bebas diperiksa dengan cara mengotrol regangan. Benda uji ukur panjangnya dengan ketelitian sampai 0.1 cm, setelah itu ditimbang dengan ketelitian 0.1 gram. Benda uji kemudian diletakkan diatas mesin secara sentries, atau dengan cara mengatur mesin agar plat atas menyentuh permukaan benda uji. Jarum arloji tegangan diatur pada posisi nol, demikian pula pada arloji regangan. Pembacaan dilakukan pada regangan 0.5%; 1%; 2%; dari panjang benda uji dan seterusnya dengan kecepatan regangan sebesar 0.5% sampai 2% per menit atau biasanya diambil 1% per menit.

Percobaan ini dilakukan terus menerus sampai benda uji mengalami keruntuhan. Keruntuhan ini dapat dilihat dari semakin kecilnya beban walaupun regangan makin besar, setelah melewati tegangan terbesar. Jika regangan telah mencapai 20% tetapi benda uji belum runtuh, maka percobaan dihentikan. Kemudian catat pembacaan arloji, dan masukan dalam form kuat tekan bebas.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanik Tanah Universitas Islam Sumatera Utara. Khusus untuk pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) dilaksanakan di Laboratorium Mekanik Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Medan (ITM).

2.2 Jenis dan Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanik Tanah program studi Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara dan Institut Teknologi Medan.

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi :

- A. Tahapan persiapan
- B. Tahapan pengujian pendahuluan
- C. Tahapan pengujian utama

A. Tahapan persiapan

Pada tahapan ini dilaksanakan persiapan sampel tanah yang akan dipergunakan seperti menetapkan lokasi terpilih, prosedur tanah di lapangan, serta pembuatan benda uji di laboratorium.

1. Lokasi Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan di Desa Dalu Sepuluh B, Kecamatan Tanjung morawa. Pengambilan tanah lempung ini sebanyak 15 kg dengan menggunakan alat cangkul dan tangan yang kemudian dimasukkan kedalam karung dan dibawa.

2. Prosedur Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah dipakai dalam penelitian ini menggunakan sampel tanah terganggu (*disturb sample*) dan sampel tanah tak terganggu (*undisturb sample*). Pengambilan sample tanah tak terganggu dilaksanakan dengan menggunakan tabung pipa yang berdiameter 10 cm dan panjang 20 cm dengan tujuan untuk menjaga kadar air tanah asli.

Sampel tanah terganggu yang telah diambil dikeringkan selama 2 s.d. 4 hari menggunakan oven. Lalu sampel tanah tersebut ditumbuk menggunakan palu karet agar butiran – butiran tanah terpisah tetapi tidak menyebabkan tanah hancur sehingga mendapatkan hasil yang sempurna pada saat melakukan pengujian di laboratorium. Setelah penumbukan sampel tanah diayak dengan saringan no.40.

3. Cangkang Telur

Cangkang telur yang dipakai adalah cangkang telur yang berasal dari limbah sisa rumah tangga. Cangkang telur diambil dan dikumpulkan sebanyak 7 kg, kemudian di haluskan dengan cara di tumbuk hingga halus. Setelah halus lalu dikumpulkan dan ditempatkan di dalam wadah yang tertutup.



Gambar 3. Abu Cangkang Telur

4. Air

Air yang dipakai merupakan air yang berasal dari Laboratorium Mekanik Tanah Universitas Islam Sumatera Utara.

B. Tahapan Pengujian Pendahuluan

Adapun tahapan pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu antara lain :

1. Analisa Saringan (*Sieve Shaker*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui analisa gradasi tanah atau agregat. Cara pengujian ini adalah benda uji dikeringkan sebanyak 1500 gr lalu ditumbuk tanah sampai gumpalan – gumpalan terpisah. Masing – masing saringan ditimbang dan disusun sesuai urutannya. Masukkan benda uji pada saringan lalu diguncang selama 15 menit secara konstan, setelah selesai pengguncangan biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu – debu mengendap, lalu ditimbang masing – masing saringan dan tanah tetahan. Pada pengujian ini dilakukann hanya pada keadaan tanah asli untuk mengetahui gradasi butiran tanah.

2. Kadar Air Tanah (*Water Content*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar air tanah asli. Cara pengujian adalah cawan ditimbang, setelah itu masukkan sampel tanah kedalam oven dengan suhu 110 °C – 115°C selama 24 jam setelah itu ditimbang kembali.



Gambar 1. Pengambilan sampel pada pengujian kadar air tanah

3. Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara butiran tanah dan berat air suling dengan air yang sama pada suhu 25°C. Cara pengujian adalah picnometer ditimbang bersama tutupnya, lalu masukkan sample tanah yang diayak dengan saringan no.40 kedalam picnometer dan ditimbang. Picnometer yang berisi tanah diisi air kira – kira setengah isinya lalu diguncang dan diisi air kembali hingga penuh kemudian panaskan tengku listrik agar uadara yang tersekap keluar dan rendamkan selama 24 jam.setelah 24 jam diukur suhunya menggunakan thermometer lali di timbang bersama tutupnya. Pengujian ini dilakukan pada setiap variasi campuran tanah.



Gambar 2. Pengukuran suhu pada pengujian berat jenis

4. Batas Cair (LL) dan Batas Plastis (PL)

Tujuan pengujian batas cair (*liquid limit*) ini adalah untuk mengetahui bilai batas cair suatu tanah. Cara pengujian ini adalah tanah yang melalui ayakan saringan no .40 dicampurkan dengan air sampai homogeny atau merata serta jenuh, setelah itu contoh tanah diambil sebagai letakkan dicawan.*Casagrade* diratakan dibelah dengan *grooving tool*, kemudian alat pemutar *casagrade* diputar dengan kecepatan kurang lebih 2 putaran / detik, banyaknya putaran dihitung sampai kedua sisi tanah yang terbelah menyatu kembali. Setelah tanah diambil sebagai untuk dihitung kadar airnya. Sebagai standart kadar air pada putaran 25 kali merupakan batas cair tanah tersebut.

Tujuan pengujian batas plastis (*Plastic limit*) adalah untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah. cara pengujian ini adalah tanah yang diapakai untuk percobaan batas plastis diambil sebagian diberi air lalu diaduk hingga homogennya, kemudian dibentuk seperti batang korek api dengan ukuran 3 cm dan dimasukkan kecawan lalu dioven. Jika sudah ditimbang kembali dan dihitung kadar airnya. Pengujian ini dilakukan pada setiap variasi campuran.

5. Pemeriksaan Berat Isi (*Density Test*)

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui berat isi, angka pori, derajat kejenuhan. Cara pengujian ini adalah tanah yang lolos saringan no.40 diaduk dengan air sampai keadaan jenuh dan homogeny. Benda uji tadi kemudian dimasukkan dalam ring dan dipadatkan. Ratakan permukaan tanah dikedua ujung ring dan ditimbang lalu sample dioven dengan suhu 110°C – 115°C selama 24 jam. Setelah itu ditimbang untuk mendapatkan berat tanah kering dan kadar air. Dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 5 sampel dalam satu variasi campuran dengan kadar air yang berbeda – beda.

6. Pemadatan (*Compaction Test*)

Tujuan percobaan ini ialah menentukan hubungan antara kadar air optimum (*Optimum moisture content – omc*) dan berat isi maksimum dari kadar air dan berat isi kering percobaan

tersebut.

Cara pengujian ini adalah tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 1500 gr dicampurkan dengan air sampai keadaan jenuh dan homogeny lalu dimasukkan dalam plastik dan diamkan 24 jam agar air meresap rata ketanah. Setelah 24 jam masukkan tanah kedalam mol tumbuk sebanyak 25 kali tumbukka per tiga lapis lalu ditimbang dan ambil tanah masukkan kedalam cawan dan diovenkan untuk mendapatkan kadar airnya. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 sampel pada setiap variasi.



Gambar 3. Sampel tanah pada pengujian pepadatan

C. Tahapan Pengujian Utama

Dalam tahapan ini pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression strength*)

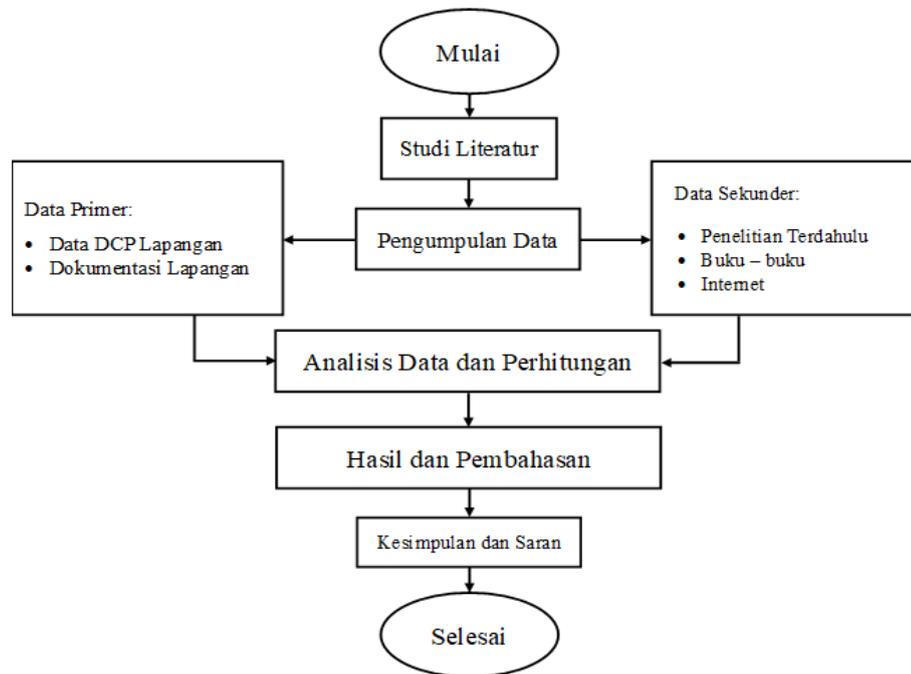
Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas sampel tanah dan bahan yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan. Yang dimasukkan dengan kuat tekan bebas adalah besarnya beban axial persatuan luar, pada saat sampel mengalami keruntuhan atau padasaat mencapai 20% cara pengujian ini adalah benda uji disiapkan, tanah yang lolos saringan no.40 secukupnya dicampur air suling sampai terjadi campuran yang homogen antara tanah dengan air suling. Setelah itu tabung atau pipa yang telah diberi vaselin dibagian dalamnya disiapkan, kemudian benda uji tersebut dimasukkan sedikit demi sedikit sambil ditekan dengan jari. Usahakan agar benda uji dipadatkan sama kerasnya dengan contoh yang lain. Benda uji dikeluarkan dengan alat pengeluar contoh.

Kemudian benda uji diletakkan pada plat bawah timer yang diameternya sama dengan diameter benda uji, lalu memasang alat atas yang bertangkai melalui benda uji sambil diratakan bagaian pinggirnya dengan spatula, benda uji tersebut ditimbang, lalu benda uji diletakkan pada plat penekan dibawah mesin tekan, lalu ketinggian plat penekan atau diatur agar tepat menyentuh permukaan atas, kemudian dial beban maupun dial deformasi diputar pada nol, lalu penekan dilakukan dengan menekan engkol (cara manual) atau menghidupkan mesin elektrik. Kecepatan penekan diambil 1% - 2% permenit dari tinggi contoh semula. Benda uji tadi kemudian dimasukkan dalam ring dan dipadatkan. Ratakan permukaan tanah dikedua ujung ring dan ditimbang lalu sample dioven dengan suhu 110°C – 115°C selama 24 jam, setelah itu ditimbang.



Gambar 4. Pengujian pepadatan kuat tekan bebas

Adapun bagan alir penelitian ini ditunjukkan di Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Tanah Asli

Berdasarkan hasil dari pengujian di laboratorium mengenai sifat – sifat fisis dari tanah yang diuji, didapatkan karakteristik tanah asli yang dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Hasil uji sifat fisis tanah asli dilaboratorium

Kadar air tanah (%)	15,03
Specific gravity (GS)	2,22
Batas cair (%)	18,5
Batas plastis (%)	13,25
Indeks plastisitas (%)	5,25
Lolos saringan no.200 (%)	17,4

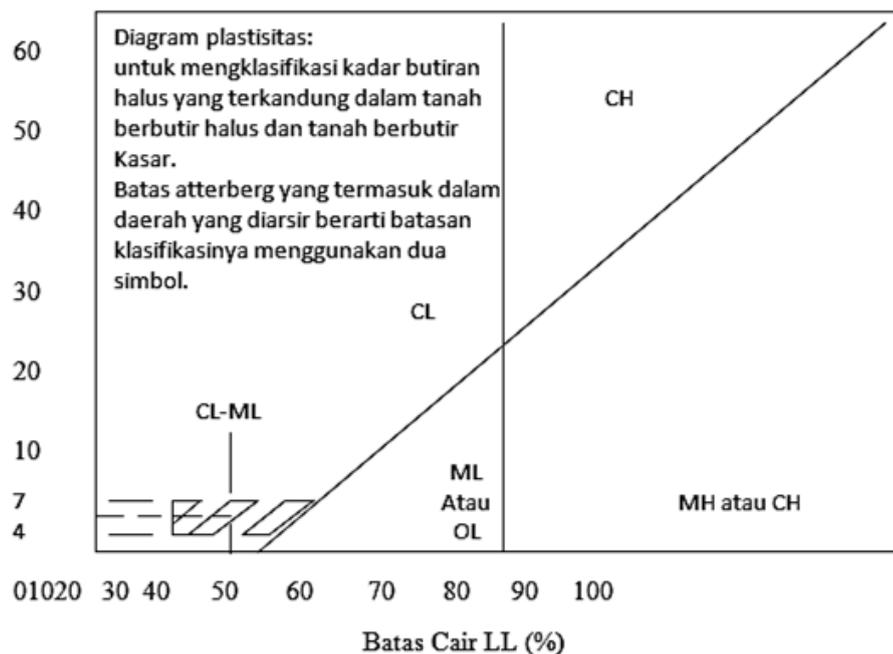
Berdasarkan tabel 3.1 berdasarkan jenisnya tanah lempung mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Butirannya berukuran kurang dari 0,002 mm.

Ukuran ini sangat kecil sekali sehingga berbentuk butiran halus

2. Tingkat permeabilitasnya yang rendah Tingkat permeabilitas yang rendah ini memungkinkan jenis tanah lempung tidak dapat menyerap air
3. Tingkat kenaikan air kapiler yang tinggi
4. Bersifat kohesif
Pada saat jumlah air yang sangat banyak mengenai jenis tanah ini akan sangat lengket sekali
5. Tingkat kembangnya dan susutnya sangat tinggi
6. Proses konsolidasinya lambat
7. Bertekstur keras jika dikeringkan/dioven

Berdasarkan hasil uji fisis tabel 3.1 dengan ciri-ciri tanah lempung berikut mempunyai hasil yang menentukan bahwa tanah yang di uji ialah tanah lempung.



Gambar 6. Klasifikasi tanah sistem Unified

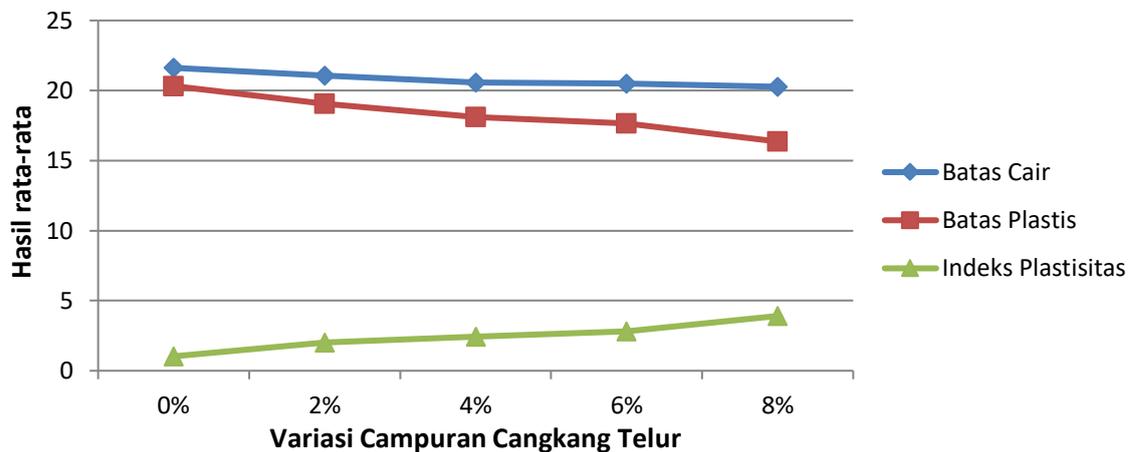
Berdasarkan tabel 3.1 dapat diketahui klasifikasi tanah berdasarkan sistem unified ditunjukkan pada tabel 3.2 yang menyatakan bawasannya jenis tanah yang dipergunakan adalah kategori CL-ML yaitu tanah lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang dan lanau tak organik bebasir halus.

3.2 Karakteristik Tanah Lempung yang Dicampurkan dengan Limbah Cangkang Telur

Berbagai variasi presentase campuran cangkang telur sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung, maka perilaku berbeda dapat dilakukan pada presentase campuran cangkang telur berikut ini :

- A. Pengaruh penambahan campuran cangkang telur terhadap sifat fisis tanah

Hasil uji batas *atterberg* terhadap penambahan campuran cangkang telur dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini :

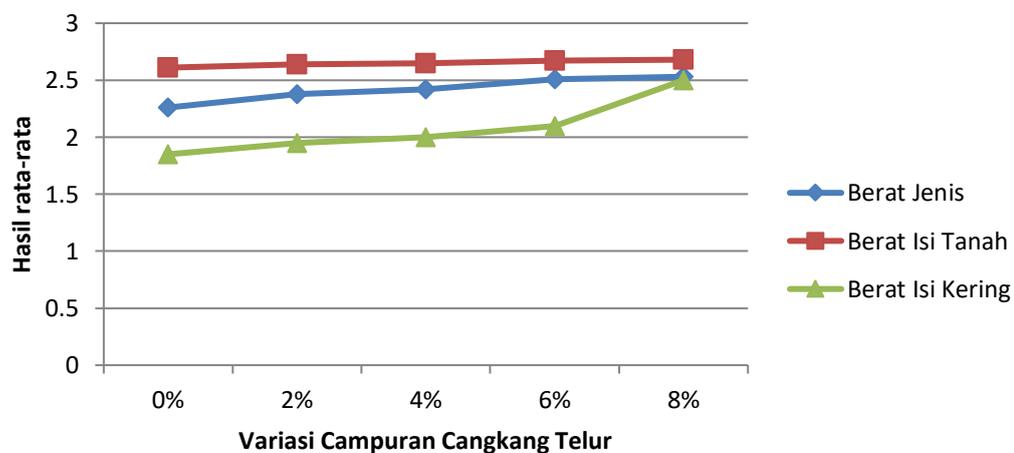


Gambar 7. Hubungan antara penambahan cangkang telur pada indeks plastisitas

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai batas cair, batas plastis, dan indeks plastis mengalami perubahan pada setiap variasinya.

3.3 Pengaruh penambahan campuran cangkang telur terhadap kadar air tanah

Hasil uji kadar air tanah terhadap penambahan campuran cangkang telur pada dilihat dari Gambar 8 berikut ini :



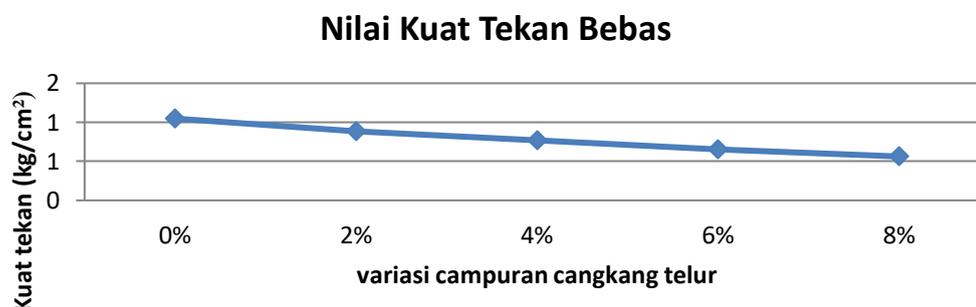
Gambar 8. Hubungan persentase campuran terhadap berat jenis ,berat isi dan berat isi kering tanah

Berdasarkan gambar Gambar 8 menunjukkan terjadinya peningkatan nilai disetiap variasi campuran cangkang telur. Pada nilai berat jenis tanah asli mempunyai nilai sebesar 2,26%, setelah distabilisasi penambahan 2% sampai 8% cangkang telur menjadi sebesar 2,32%. Pada nilai berat isi tanah asli mempunyai nilai sebesar 2,61% setelah distabilisasi penambahan 2%

sampai 8% cangkang telur mengalami peningkatan menjadi 2,53% dan begitu juga dengan nilai berat isi kering tanah asli sebesar 1,94% setelah distabilisasi penambahan variasi campuran 2% sampai dengan variasi campuran 8% cangkang telur meningkat sebesar 1,96%.

3.4 Karakteristik tanah lempung yang dicampurkan dengan cangkang telur terhadap kuat tekan tanah

Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah asli terhadap penambahan cangkang telur berbagai variasi campuran dan dapat dilihat dari Gambar dibawah ini :



Gambar 9. Hubungan nilai kuat tekan bebas terhadap campuran cangkang telur

Berdasarkan Gambar 9 hasil pengujian kuat tekan bebas menunjukkan bahwa nilai kuat tekan bebas tanah asli sebesar 1,04758(kg/cm²), pada penambahan cangkang telur 2% turun sebesar 0,88217(kg/cm²), pada penambahan cangkang telur 4% turun kembali sebesar 0,77190(kg/cm²), pada penambahan 6% cangkang telur menurun lagi sebesar 0,65060(kg/cm²), dan begitu pula pada penambahan 8% cangkang telur turun menjadi 0,56238(kg/cm²).

Secara keseluruhan dapat dikatakan bawasannya cangkang telur tidak dapat menaikkan / meningkatkan nilai kuat tekan tanah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh hasil data baik fisik maupun sifat mekanik tanah, serta analisis berdasarkan grafik pembahasan contoh tanah asli dibandingkan dengan campuran cangkang telur yang digunakan sebagai bahan stabilisasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Cangkang telur tidak dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah karena nilai kuat tekan bebas dari tanah tersebut akan semakin berkurang, Yang mana kuat tekan dari tanah asli sebesar 1,04758 (kg/cm) dan setelah dilakukan stabilisasi sampai dengan variasi campuran cangkang telur 8% mengalami penurunan dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 0,562383 (kg/cm).
2. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa nilai berat jenis, berat isi tanah, dan berat isi kering sebagai berikut:
 - A. Pada nilai berat jenis tanah mengalami peningkatan dari tanah asli sebesar 2,26% , setelah dilakukan stabilisasi sampai dengan pertambahan cangkang telur 8% meningkat menjadi sebesar 2,53%.
 - B. Pada nilai berat isi tanah mengalami kenaikan dari tanah asli sebesar 2,61% setelah stabilisasi dengan cangkang telur sampai dengan variasi 8% nilai berat isinya menjadi 2,68%.
 - C. Pada nilai berat isi kering mengalami kenaikan dari tanah asli sebesar 1,85% dan setelah distabilisasi dengan cangkang telur sampai variasi 8% menjadi 2,5%.

-
3. Nilai berat isi kering bertambah bila presentase dari cangkang telur bertambah, tetapi nilai dari kuat tekan terjadi penurunan bila adanya penambahan persentase cangkang telur, dari kondisi ini terjadi hal yang berlawanan yang disebabkan kemungkinan nilai kohesi tanah berkurang.

5. SARAN

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut tentang penambahan cangkang telur terhadap nilai kohesi tanah, untuk mengantisipasi kemudahan praktisi teknik dan kebutuhan lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyatmo, H. C.1992. Mekanika Tanah I. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- [2] Braja. M. Das. "Mekanika Tanah" (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I,
- [3] Sosrodarsono, Suyono, 2000, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. PT. Pradya Paramita, Jakarta.
- [4] Das, 1991.Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknik) Erlangga. Jakarta 1991.
- [5] Lambe, T. W. and Whitman, R. V. 1969.*Soil Mechanis.*Wiley. J. and Son, Inc, New Yor
- [6] Supriyono, Suradi, 2000, Gava Media, Universitas Gajah Mada, 2006
- [7] Sukoto, I. 1984, *Mempersiapkan Lapisan Dasar Kontruksi*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [8] Bowles, J.E. 1991. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah oleh Hainim J.K edisi 2 : Erlangga. Jakarta
- [9] Amran, Y., 2016. Analisis Daya Dukung Tanah (DDT) Pada Subgrade/Tanah Dasar. TAPAK Vol. 5 No. 2 Mei 2016, Volume 5, pp. 154-161
-