

ENGINEERING PROPERTIES PADA TANAH SEBAGAI SUBGRADE DENGAN VARIASI CLAY CONTENT

M. Akbar Kurdin

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu
Kendari 93721
akbarnanang71@yahoo.com

Siti Nurjanah Ahmad

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu
Kendari 93721
nurjanaharifuddin@gmail.com

Abstrak

Tanah adalah suatu sistem yang dinamis, tersusun dari empat bahan utama yaitu bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Bahan-bahan penyusun tanah tersebut masing-masing berbeda komposisinya untuk setiap jenis, kadar air dan perlakuan terhadap tanah. Penggunaan kadar lempung berpengaruh pada kekuatan geser tanah, kohesi dan sudut geser tanah yang secara linier dapat memberikan kekuatan yang baik terhadap tanah. Teknik yang digunakan dengan penggunaan kadar lempung merupakan upaya untuk melihat pengaruh kekuatan kapasitas tahanan tanah yang berpengaruh pada material dasar berdirinya suatu bangunan.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dan kekuatan tanah adalah pengaruh dari kadar lempung pada tanah tersebut. Sehingga dari analisis ini, penambahan dan pengurangan kadar lempung tanah dapat secara efektif dapat digunakan untuk mendapatkan kekuatan geser tanah dan nilai kohesi sehingga dengan begitu akan dapat mempengaruhi kekuatan tahanan tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kadar lempung terhadap karakteristik kekuatan tanah dasar (*subgrade*), apabila ada penambahan dan pengurangan kadar lempung pada tanah tersebut, serta untuk mengetahui berapa besar pengaruh prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap karakteristik kekuatan tanah dasar (*subgrade*) yang telah diambil sampelnya.

Hasil dari penelitian ini adalah nilai indeks plastisitas (I_p) tanah lempung berplastisitas rendah pada proses penambahan dan pengurangan kadar lempung dari kadar lempung tanah asli mengalami peningkatan dan penurunan seiring dengan proses penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung, semakin bertambah prosentase kadar lempung, maka nilai Indeks Plastisitas semakin besar, sebaliknya semakin berkurang prosentase kadar lempung semakin kecil pula indeks plastisitasnya.

Kata Kunci: *Engineering Properties, Daya Dukung Tanah, Subgrade, Variasi Clay Content*

1

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang sering dijumpai di lapangan dalam perencanaan suatu bangunan sipil adalah kondisi daya dukung tanah yang tidak memungkinkan atau bila ditinjau dari segi efisiensinya sangat kurang efisien, apabila terdapat suatu bangunan sipil dengan pondasi yang dibangun sangat dalam mengalami keruntuhan apabila karakteristik tanahnya tidak didukung oleh kekuatan tahanan tanah tersebut.

Teknik yang digunakan dengan penggunaan kadar lempung merupakan upaya untuk melihat pengaruh kekuatan kapasitas tahanan tanah yang berpengaruh pada material dasar berdirinya suatu bangunan. Penggunaan kadar lempung berpengaruh pada kekuatan geser tanah, kohesi dan sudut geser tanah yang secara linier dapat memberikan kekuatan yang baik terhadap tanah.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dan kekuatan tanah adalah pengaruh dari kadar lempung pada tanah tersebut. Sehingga dari analisis ini, penambahan dan pengurangan kadar lempung tanah dapat secara efektif dapat digunakan untuk mendapatkan kekuatan geser tanah dan nilai kohesi sehingga dengan begitu akan dapat mempengaruhi kekuatan tahanan tanah.

Secara khusus Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kadar lempung pada berbagai jenis tanah terhadap karakteristik kekuatan tanah pada suatu konstruksi, apabila dilakukan penambahan dan pengurangan kadar lempung pada tanah tersebut untuk melakukan pembangunan konstruksi dengan terlebih dahulu

menentukan variasi kadar lempung yaitu penambahan kadar lempung 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dan Pengurangan kadar lempung 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari kadar lempung tanah asli dalam setiap proses pengujian yang telah ditentukan di laboratorium.

Sehingga untuk mencapai tujuan tersebut, maka selain dilakukan penelitian ini di laboratorium perlu juga dilakukan penelitian di lapangan dan hasilnya lalu di uji secara laboratorium dengan beberapa jenis uji laboratorium masing-masing sampel tanah sebagai berikut : Pemeriksaan kadar lempung/ lumpur (SNI-03-4142-1996), Pemeriksaan Indeks plastisitas plastis tanah (SNI-03-1966-1990), Pemeriksaan kepadatan standar (proctor test) tanah (SNI-03-1744-1989), Pemeriksaan CBR Laboratorium tanah (SNI-03-1744-1989), Pemeriksaan kuat tekan bebas (SNI- 03-3638), Pemeriksaan Geser langsung (SNI 03-3420).

Penelitian tentang tanah dasar sangat dibutuhkan untuk menjamin stabilitas bangunan/ konstruksi lapis perkerasan jalan raya karena kekuatan struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar atau fondasi setempat dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Das (1994) menyatakan lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya. Sudjianto (2006), lempung yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi disebut lempung ekspansif. Tanah ekspansif ini sering menimbulkan kerusakan pada bangunan seperti retaknya dinding, terangkatnya pondasi, jalan bergelombang dan sebagainya.

Karakteristik tanah menurut ASTM memberi batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah lolos saringan No. 200. Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral pembentuknya. Menurut Chen (1975), mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu *montmorillonite*, *illite* dan *kaolinite*. Mineral *montmorillonite* mempunyai luas permukaan lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak bila dibandingkan dengan mineral lainnya, sehingga tanah yang mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air ini sangat mudah mengembang. Karena sifat-sifat tersebut *montmorillonite* sangat sering menimbulkan masalah pada bangunan khususnya pada lapisan tanah dasar untuk perkerasan jalan raya (Hardiyatmo, 2002).

Penelitian Laboratorium tentang *Engineering Properties* pada Tanah sebagai Subgrade dengan Variasi *Clay Content* sangat perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kadar lempung terhadap karakteristik kekuatan tanah dasar, apabila ada penambahan dan pengurangan kadar lempung pada tanah tersebut serta untuk dapat mengetahui seberapa besar pengaruh prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap karakteristik kekuatan tanah yang telah diambil sampelnya.

STUDI PUSTAKA

A. Tanah

Penelitian tentang tanah sangat dibutuhkan untuk menjamin stabilitas bangunan karena kekuatan struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar atau fondasi setempat dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Das (1994) menyatakan lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya. Sudjianto (2006), lempung yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi disebut lempung ekspansif. Tanah ekspansif ini sering menimbulkan kerusakan pada bangunan seperti retaknya dinding, terangkatnya pondasi, jalan bergelombang dan sebagainya.

Tanah digolongkan kedalam 4 macam yaitu batu kerikil, pasir, lanau, lempung, (organik dan non organik) dan Batu kerikil dan pasir. Golongan ini terdiri dari pecahan

batu dengan berbagai ukuran dan bentuk. Butir batu kerikil biasanya terdiri dari pecahan batu tetapi kadang mungkin pula terdiri dari suatu macam zat tertentu.

a. Lempung

Lempung terdiri dari butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesif. Kohesif menyatakan bahwa bagian itu melekat satu sama lainnya. Sedang plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan dapat diubah tanpa perubahan isi dan tanpa terjadi retakan.

b. Lanau

Merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dilatasi yang tidak terdapat dalam lempung. Dilatasi menunjukkan nilai perubahan isi apabila lanau diubah bentuknya. Lanau akan menunjukkan gejala untuk hidup apabila diguncang atau digetar.

Sifat tanah sangat tergantung pada ukuran butirnya. Namun untuk tanah yang berbutir halus, tidak ada hubungan langsung antara sifat dan ukuran buiran. Karena itu apabila butir tanah tertentu lebih halus dari 0.06 mm, maka dapat ditentukan dari hasil percobaan batas Atterberg atau dilatasinya. Tanah Lempung adalah tanah berbutir halus, memiliki sifat kohesif, plastisitas, tidak memiliki sifat dilatasi, tidak mengandung jumlah bahan yang berarti, berwarna coklat muda. Fraksi lempung memiliki butiran yang halus lebih dari 0.002 mm, banyak lempung yang mengandung 15% - 20% saja. Fraksi lanau memiliki bagian berat bahan antara 0.002 mm dan 0.06 mm. Untuk Kerikil berpasir bahannya hampir seluruhnya terdiri dari kerikil, tidak mengandung sedikitpun pasir, berwarna abu-abu. Untuk Pasir kelanauan mengandung bahan yang hampir seluruhnya terdiri dari pasir, mengandung sejumlah lempung.

B. Jenis – jenis tanah yang terdapat di Indonesia

Salah satu jenis tanah yang umum terdapat di Indonesia adalah jenis Organosol atau Tanah Gambut atau Tanah Organik. Jenis tanah ini berasal dari bahan induk organik seperti dari hutan rawa atau rumput rawa, dengan ciri dan sifat: tidak terjadi diferensiasi horizon secara jelas, ketebalan lebih dari 0.5 meter, warna coklat hingga kehitaman, tekstur debu lempung, tidak berstruktur, konsistensi tidak lekat-agak lekat, kandungan organik lebih dari 30% untuk tanah tekstur lempung dan lebih dari 20% untuk tanah tekstur pasir, umumnya bersifat sangat asam (pH 4.0), kandungan unsur hara rendah.

Berdasarkan penyebaran topografinya, tanah gambut dibedakan menjadi tiga yaitu:

- a. Gambut ombrogen: terletak di dataran pantai berawa, mempunyai ketebalan 0.5 – 16 meter, terbentuk dari sisa tumbuhan hutan dan rumput rawa, hampir selalu tergenang air, bersifat sangat asam.

Contoh penyebarannya di daerah dataran pantai Sumatra, Kalimantan dan Irian Jaya (Papua);

- b. Gambut topogen: terbentuk di daerah cekungan (depresi) antara rawa-rawa di daerah dataran rendah dengan di pegunungan, berasal dari sisa tumbuhan rawa, ketebalan 0.5 – 6 meter, bersifat agak asam, kandungan unsur hara relatif lebih tinggi.

Contoh penyebarannya di Rawa Pening (Jawa Tengah), Rawa Lakbok (Ciamis, Jawa Barat), dan Segara Anakan (Cilacap, Jawa Tengah); dan

- c. Gambut pegunungan: terbentuk di daerah topografi pegunungan, berasal dari sisa tumbuhan yang hidupnya di daerah sedang (vegetasi spagnum). Contoh penyebarannya di Dataran Tinggi Dieng.

C. Faktor-faktor pembentuk tanah

Faktor-faktor pembentuk tanah adalah iklim, unsur-unsur iklim yang mempengaruhi proses pembentukan tanah yaitu suhu dan curah hujan.

a. Suhu/Temperatur

Suhu akan berpengaruh terhadap proses pelapukan bahan induk. Apabila suhu tinggi, maka proses pelapukan akan berlangsung cepat sehingga pembentukan tanah akan cepat pula.

b. Curah hujan

Curah hujan akan berpengaruh terhadap kekuatan erosi dan pencucian tanah, sedangkan pencucian tanah yang cepat menyebabkan tanah menjadi asam (pH tanah menjadi rendah).

Disamping itu Faktor-faktor pembentuk tanah lainnya adalah Organisme sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah dalam hal:

- a. Membuat proses pelapukan baik pelapukan organik maupun pelapukan kimiawi. Pelapukan organik adalah pelapukan yang dilakukan oleh makhluk hidup (hewan dan tumbuhan), sedangkan pelapukan kimiawi adalah pelapukan yang terjadi oleh proses kimia seperti batu kapur larut oleh air.
- b. Membantu proses pembentukan humus. Tumbuhan akan menghasilkan dan menyisakan daun-daunan dan ranting-ranting yang menumpuk di permukaan tanah. Daun dan ranting itu akan membusuk dengan bantuan jasad renik/mikroorganisme yang ada di dalam tanah.
- c. Pengaruh jenis vegetasi terhadap sifat-sifat tanah sangat nyata terjadi di daerah beriklim sedang seperti di Eropa dan Amerika. Vegetasi hutan dapat membentuk tanah. Vegetasi hutan dapat membentuk tanah hutan dengan warna merah, sedangkan vegetasi rumput membentuk tanah berwarna hitam karena banyak kandungan bahan organik yang berasal dari akar-akar dan sisa-sisa rumput.
- d. Kandungan unsur-unsur kimia yang terdapat pada tanaman berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah. Contoh, jenis cemara akan memberi unsur-unsur kimia seperti Ca, Mg, dan K yang relatif rendah, akibatnya tanah di bawah pohon cemara derajat keasamannya lebih tinggi daripada tanah di bawah pohon jati.

D. Bahan Induk

Bahan induk terdiri dari batuan vulkanik, batuan beku, batuan sedimen (endapan), dan batuan metamorf. Batuan induk itu akan hancur menjadi bahan induk, kemudian akan mengalami pelapukan dan menjadi tanah. Tanah yang terdapat di permukaan bumi sebagian memperlihatkan sifat (terutama sifat kimia) yang sama dengan bahan induknya. Bahan induknya masih terlihat misalnya tanah berstruktur pasir berasal dari bahan induk yang kandungan pasirnya tinggi. Susunan kimia dan mineral bahan induk akan mempengaruhi intensitas tingkat pelapukan dan vegetasi di atasnya. Bahan induk yang banyak mengandung unsur Ca akan membentuk tanah dengan kadar ion Ca yang banyak pula sehingga dapat menghindari pencucian asam silikat dan sebagian lagi dapat membentuk tanah yang berwarna kelabu. Sebaliknya bahan induk yang kurang kandungan kapurnya membentuk tanah yang warnanya lebih merah.

E. Waktu

Tanah merupakan benda alam yang terus menerus berubah, akibat pelapukan dan pencucian yang terus menerus. Oleh karena itu tanah akan menjadi semakin tua dan kurus. Mineral yang banyak mengandung unsur hara telah habis mengalami pelapukan sehingga tinggal mineral yang sukar lapuk seperti kuarsa.

Karena proses pembentukan tanah yang terus berjalan, maka induk tanah berubah berturut-turut menjadi tanah muda, tanah dewasa, dan tanah tua.

Tanah Muda ditandai oleh proses pembentukan tanah yang masih tampak pencampuran antara bahan organik dan bahan mineral atau masih tampak struktur bahan induknya. Contoh tanah muda adalah tanah *aluvial*, *regosol* dan *litosol*.

Tanah Dewasa ditandai oleh proses yang lebih lanjut sehingga tanah muda dapat berubah menjadi tanah dewasa, yaitu dengan proses pembentukan horison B. Contoh tanah dewasa adalah andosol, latosol, grumosol.

Tanah Tua proses pembentukan tanah berlangsung lebih lanjut sehingga terjadi proses perubahan-perubahan yang nyata pada horizon-horison A dan B. Akibatnya terbentuk horizon A₁, A₂, A₃, B₁, B₂, B₃. Contoh tanah pada tingkat tua adalah jenis tanah *podsolik* dan *latosol* tua (*laterit*)

Lamanya waktu yang diperlukan untuk pembentukan tanah berbeda-beda. Bahan induk vulkanik yang lepas-lepas seperti abu vulkanik memerlukan waktu 100 tahun untuk membentuk tanah muda, dan 1000 – 10.000 tahun untuk membentuk tanah dewasa.

F. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah kekuatan maksimum tanah menahan tekanan (karena beban bangunan) dengan baik tanpa menyebabkan terjadinya failure. Failure pada tanah adalah penurunan (*settlement*) yang berlebih-lebihan atau failure (ketidak mampuan) tanah melawan gaya geser. Untuk meneruskan beban pada tanah, dirancang pondasi dengan mengingat batas-batas kekuatan tanah pendukung bangunan.

Bila beban terus bertambah diatas sebuah permukaan yang terbebani, akhirnya failure terjadi pada tahap pembebanan yang disebut beban failure dan tekanan yang terjadi disebut daya dukung tanah ultimate (batas).

G. Kurva Penurunan (*Settlement Curve*)

Yaitu kurva yang digambar sebagai hasil test pembebanan yang menunjukkan hubungan antara beban dan penurunan. Kurva penurunan untuk tanah yang kaku dan tanah yang terurai.

Untuk tanah kaku : titik failure F sebagai titik dimana kurva tiba-tiba patah.

Untuk tanah lembut : titik F1 adalah titik dimana kurva mulai berubah menjadi garis lurus / titik pergantian arah dimana terhadap kelengkungan terkecil.

Daya dukung tanah baku dan tanah lembut, berturut-turut ditunjukkan oleh ordinat X dari titik-titik F dan F1.

Bila penurunan yang diijinkan bagi sebuah footing dengan lebar B di atas pasir adalah S, bisa dihitung penurunan yang bersesuaian bagi sebuah pelat percobaan dengan lebar b, melalui persamaan Terzaghi dan Peck:

$$S = s. \left\{ \frac{B(b + 30)}{b(B + 30)} \right\}^2$$

Setelah s didapat, daya dukung bisa dicari pada kurva beban penurunan.

- ◆ Untuk tanah liat =

$$S = s. \left(\frac{B}{b} \right)$$

Daya dukung tanah liat tidak tergantung pada luas daerah pembebanan.

Pasir dan kerikil daya dukungnya bertambah seiring melebarnya footing.

- ◆ Untuk lempung

1. Pertambahan bangunan di atas lempung akan menentukan dari pori, yang mana tidak akan segera menyusut. Waktu yang diperlukan untuk penyusutan tegangan air pori lebih lama daripada waktu yang diperlukan untuk mendirikan bangunan di atas lapisan lempung.

2. Kekuatan dasar lempung tidak akan mengalami perubahan selama masa pembangunan bangunan tersebut.

◆ Untuk pasir

1. Daya dukung pasir sebanding dengan lebar pondasi, sebanding dengan berat isi tanah.
2. Daya dukung pasir sangat mempengaruhi tinggi muka air tanah. Tanah di bawah muka air mempunyai berat isi efektif yang kira-kira separuhnya berat isi tanah di atas muka air. dengan demikian daya dukung pasir dengan muka air tinggi, menjadi kira-kira separuh daya dukung bila mana muka air tanah cukup dalam.

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya dukung yaitu kedalaman pondasi, Lebar pondasi, Berat satuan tanah Bila tanah terendam, yang berkurang dan daya dukungnya juga ikut berkurang dan Sudut geser dalam. Bila terjadi lebih besar diameter lebih besar pula daya dukung tanahnya.

Suatu kondisi fisis dari tanah berbutir halus pada kadar air tertentu dikenal sebagai konsistensi (Craig,1991).

1. Batas-batas Konsistensi (Consistency Limits)

Apabila dihilangkan dari suatu tanah berbutir halus, maka tanah akan mengalami suatu rangkaian keadaan, yaitu cair, semi padat, plastis, dan padat. Kadar air dari suatu tanah pada titik-titik dimana tanah lewat dari satu keadaan ke keadaan berikutnya dikenal sebagai batas-batas konsistensi. Batas-batas ini di defenisikan sebagai :

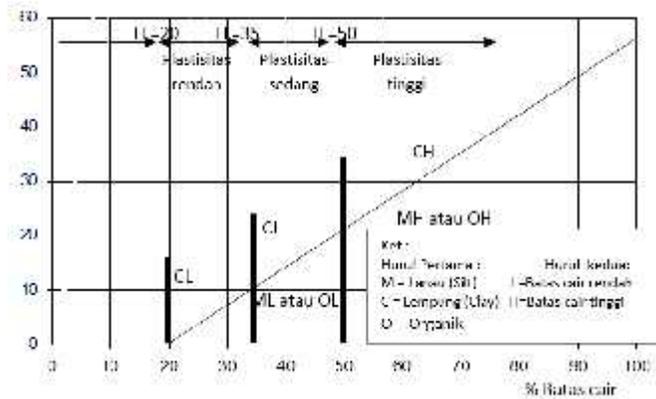
1. Batas cair (Liquid Limits,L.L) adalah kadar air minimum pada mana tanah akan mengalir akibat berat sendiri.
2. Batas plastis (Plastic Limits, P. L) adalah kadar air minimum pada mana tanah dapat di gelintir menjadi suatu bentuk silinder bergaris tengah 3 mm tanpa patah/retak-retak.
3. Batas pengerutan (Shrinkage Limits, S. L) adalah kadar air maksimum pada mana kehilangan air selanjutnya tidak akan menyebabkan pengurangan isis tanah.
4. Indeks Plastisitas (Plasticity Indeks, Ip) adalah perkisaran kadar air didalam mana suatu tanah adalah plastis ($I_p = LL - PL$).

2. Diagram Plastisitas

Indeks plastisitas suatu tanah dan batas cairnya memberikan satu titik pada suatu diagram plastisitas. Tanah berbutir halus di bagi lagi menjadi tanah dengan plastisitas rendah, sedang dan tinggi seperti yang diperlihatkan, yaitu :

1. Plastisitas rendah (low, L) $L.L < 35\%$
2. Plastisitas sedang (intermediate,I) $L.L 35 - 50\%$
3. Plastisitas tinggi (high, H) $L.L > 50\%$

Pembagian antara lempung bukan organik dan lanau bukan organik (atau tanah organik) dilakukan oleh garis empiris (garis A) yang mempunyai persamaan $I_p 0,73 (L.L - 20)$. Lempung berada diatas garis dan lanau dibawahnya.



Gambar 1. Diagram Plastisitas Casagrande

3. Struktur tanah

Tanah lempung yang berflokulasi cenderung bersifat lebih ekspansif dibandingkan dengan yang terdispersi. Tekstur tanah menunjukkan proporsi berat dari partikel-partikel < 2 mm yang ditetapkan di laboratorium. Estimasi dilapangan harus selalu dibandingkan dengan hasil analisis mekanik di laboratorium. Dilapangan, pasir terasa kasar pada jari tangan (ibu jari dan telunjuk) dan dapat dilihat dengan mata telanjang (tanpa bantuan alat). Kelas-kelas tekstur yang ditetapkan adalah : pasir, pasir berlempung, lempung berpasir, lempung, lempung berdebu, debu, lempung liat berpasir, lempung berliat, lempung liat berdebu, liat berpasir, dan liat (Arifin, 2002).

Ada atau tidaknya ikatan antara butiran tanah maka dapat dipergunakan untuk membedakan antara tanah yang tidak mempunyai ikatan antar butir (non cohesive) dan tanah yang mempunyai ikatan antar butir (cohesive).

a. Tanah non cohesive

Butiran kerikil dan pasir membentuk timbunan yang lepas, yang menyebabkan antar butiran tidak ada ikatannya, mereka saling mengisi dan saling mendukung sesamanya. Pada titik kontak hanya bekerja gaya – gaya geser dan pengendapannya hanya karena pengaruh gravitasi.

b. Tanah cohesive

Berbagai sifat plastis tergantung pada kadar air dan komposisi kimia. Pada titik-titik kontak, selain gaya geser juga bekerja gaya ikat/gaya kohesi. Karena adanya kohesi, maka pada saat kohesi terendam air, butiran tanah tidak menempati posisi paling bawah, tetapi mereka membentuk susunan seperti rantai/ sarang tawon.

Disamping kedua jenis tanah tersebut tanah dapat dipisahkan lagi kedalam tanah non organik dan tanah organik. Tanah organik biasanya berasal dari sampah, sisa tumbuh-tumbuhan maupun gambut. Tanah organik tidak baik jika digunakan untuk konstruksi, mudah mampat dan kekuatannya kecil serta sering mengalami kembang dan susut.

I. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan dalam teknik jalan raya adalah sistem Unified dan sistem AASHTO

1. Sistem *Klasifikasi Unified*

Sistem ini dikembangkan oleh Casagrande yang pada garis besarnya membedakan tanah atas 3 kelompok besar yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar, < 50 % lolos saringan No.200. Secara visuil butir-butir tanah berbutir kasar dapat dilihat oleh mata.
- 2) Tanah berbutir halus, > 50 % lolos saringan No.200. Secara visuil butir-butir tanah berbutir halus tak dapat dilihat oleh mata.
- 3) Tanah organik, dapat dikenal dari warna, bau dan sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung didalamnya.

Sifat teknis tanah berbutir kasar ditentukan oleh ukuran butir dan gradasi butirnya. Oleh karena itu tanah berbutir kasar dikelompokkan berdasarkan ukuran butir dan bentuk gradasi butir tanahnya. Tanah bergradasi baik dimana campuran antara butir-butir halus dan kasar seimbang akan memberikan kepadatan yang lebih baik dibandingkan dengan tanah berbutir seragam. Tanah berbutir halus lebih ditentukan oleh sifat plastisitas tanahnya, sehingga pengelompokan tanah berbutir halus dilakukan berdasarkan ukuran butir dan sifat plastisitas tanahnya. Tanah berplastisitas tinggi mempunyai daya dukung yang kurang baik dan peka terhadap perubahan yang terjadi. Klasifikasi tanah sistem Unified dilakukan dengan huruf-huruf seperti :

- G = Kerikil (Gravel)
- S = Pasir (Sand)
- M = Lanau (Silt/Moam)
- C = Lempung (Clay)
- W = Bergradasi baik (Well graded)
- P = Bergradasi buruk (Poor graded)
- U = Bergradasi seragam (Uniform graded)
- L = Plastisitas rendah (Low liquid limit)
- H = Plastisitas tinggi (high liquid limit)
- O = Organik (organic)

Kombinasi dari huruf-huruf ini menggambarkan satu jenis tanah, seperti GP menunjukkan tanah kerikil dengan gradasi buruk.

2. Prosedur klasifikasi di laboratorium

Kelompok tanah berbutir kasar dibedakan atas :

- a. Kerikil (G), untuk butir-butir tanah < 50 % lolos saringan No.4 dan < 50 % lolos saringan No.200
- b. Pasir (S), butir-butiran tanah > 50 % lolos saringan No.4 dan < 50 % lolos saringan No.200

Kelompok tanah berbutir halus dibedakan atas :

- a. Lanau (M), merupakan jenis tanah > 50 % lolos saringan No.200 dan terletak dibawah garis A pada grafik Casagrande yang bukan merupakan tanah organis. Tanah lanau ini dibedakan atas :
 - 1) Tanah lanau berplastisitas rendah, ML (jika batas cair < 50 %)
 - 2) Tanah lanau berplastisitas tinggi, MH (jika batas cair > 50 %)
- b. Lempung (C), merupakan jenis tanah > 50 % lolos saringan No.200 dan terletak diatas garis A pada grafik Casagrande dan indeks plastisitas > 7 %. Berdasarkan batas cairnya, lempung dibedakan atas :
 - 1) Lempung berplastisitas rendah, CL (batas cair < 50 %)
 - 2) Lempung berplastisitas tinggi, CH (batas cair > 50 %)
- c. Lempung dan lanau dapat pula merupakan campuran tanah yang mempunyai dual simbol, yaitu simbol lempung dan lanau berplastisitas rendah (CL-ML). Hal ini ditemukan jika indeks plastisitas tanahnya antara 4 dan 7 dan berada diatas garis A atau semua tanah berbutir halus yang terletak pada garis A

3. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh Hogentogler dan Terzaghi, yang akhirnya diambil oleh *Bureau of Public Roads*. Sistem ini mencoba mengelompokkan tanah berdasarkan sifatnya terhadap beban roda. Setelah mengalami beberapa kali perbaikan kemudian diambil oleh AASHTO.

Menurut sistem ini tanah dibagi menjadi 8 kelompok yang diberi nama A-1 sampai dengan A-8. A-8 adalah kelompok tanah organik yang pada revisi terakhir oleh AASHTO

diabaikan, karena kelompok ini memang tidak stabil sebagai bahan lapisan konstruksi perkerasan jalan. Tanah dikelompokkan seperti tabel 3.1, pengelompokan dilakukan dari kiri ke kanan yang berdasarkan hasil pemeriksaan analisa tapis dan batas-batas Atterberg. Kelompok tanah yang terletak paling kiri adalah kelompok tanah yang paling baik dalam menahan beban roda, berarti paling baik sebagai lapisan tanah dasar jalan. Semakin ke kanan kualitas sebagai tanah dasar (subgrade) semakin berkurang.

Pada garis besarnya tanah dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu kelompok tanah berbutir kasar (< 35 % lolos saringan No.200) dan tanah berbutir halus (> 35 % lolos saringan No.200).

Kelompok tanah berbutir kasar dibedakan atas:

A-I, adalah kelompok tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir-butir halus, dengan atau tanpa sifat-sifat plastis.

A-3, adalah kelompok tanah yang terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir-butir halus lolos saringan no.200 dan tidak plastis.

A-3, sebagai kelompok batas antara kelompok tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus. Kelompok A-2 ini terdiri dari campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir cukup banyak (<35%).

Kelompok tanah berbutir halus dibedakan atas beberapkelompok yaitu :

A-4, adalah kelompok tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah.

A-5, adalah kelompok tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari kelompok A-4.

A-6, adalah kelompok tanah lempung yang masih mengandung butir-butir pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar.

A-7, adalah kelompok tanah lempung yang lebih bersifat plastis. Tanah ini mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

Kelompok tanah A-4 sampai A-7 (tanah > 35% lolos no.200) sangat ditentukan dari sifat plastis tanahnya.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode penyelidikan lapangan dan uji laboratorium yang terdiri dari :

Metode Pengambilan Sampel

Penyelidikan ini dilakukan di laboratorium, dan untuk kepentingan ini perlu mendapatkan contoh dari lubang bor atau lubang-lubang percobaan, dan membawanya ke laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan sedemikian rupa sehingga hasil yang diperoleh benar-benar mewakili sifat-sifat dari bahan tersebut. Mula-mula dilakukan pemeriksaan terhadap sampel tanah dari lokasi yaitu tanah sekitar lokasi tempat penggalian tanah untuk timbunan tepatnya di Puwatu lorong Rumah Sakit Jiwa Kendari. Pemeriksaan pertama-tama yang dilakukan adalah pemeriksaan kadar lumpur/lempung dari sampel tanah yang dapat digunakan sebagai sampel dalam pemeriksaan, dimana tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan No. 200.

Setelah dilakukan proses perhitungan kadar lempung tanah, selanjutnya analisis yang dilakukan adalah bervariasi kadar lempung yaitu dengan mencampur kadar lempung tanah dengan sumber lempung dari tanah di lokasi itu sendiri. Pencampuran ini dilakukan dengan penambahan dan pengurangan kadar lempung dari tanah asli dengan beberapa pengujian yang telah ditentukan dalam penelitian.

Selanjutnya dari pencampuran kadar lempung kedalam tanah asli dengan presentase kadar lempung yang berbeda-beda. Presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung tersebut ditentukan setelah pada uji penambahan dan pengurangan kadar lempung di asumsikan hasilnya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel

pemeriksaan yang diinginkan. Setelah pencampuran dengan kadar lempung selesai, dilakukan pengamatan terhadap kadar yang bervariasi dengan penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan prosentase tertentu sesuai dengan metode uji kepadatan standar (*proctor test*), uji CBR laboratorium, kuat tekan bebas, dan geser langsung tanah. Setelah dilakukan variasi tersebut, maka selanjutnya di analisis dengan menggunakan hubungan grafik prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung, sehingga dapat melihat secara langsung pengaruh dari variasi kadar lempung tersebut.

Metode Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan dengan beberapa prosedur penelitian yang berdasarkan dengan standar AASTHO. Dalam melakukan proses penentuan lokasi pengambilan sampel, sebaiknya sampel tanah yang akan di gunakan mempunyai sifat-sifat lempung yang memenuhi kadar lempung yang dapat dijadikan bahan penelitian. Kegiatan penelitian di laboratorium terbagi menjadi beberapa bagian yang meliputi prosedur pengujian di Laboratorium antara lain :

1. Pemeriksaan kadar lempung

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar lumpur tanah. Kadar lumpur tanah adalah perbandingan antara berat lumpur yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tersebut yang dinyatakan dalam persen.

2. Pemeriksaan batas plastis dan batas cair (AASHTO T- 89- 74*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu tanah masih dalam keadaan plastis.

3. Pemeriksaan kepadatan standar (*Proctor Test*) AASHTO (T – 99 – 74*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk melakukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan didalam cetakan silinder berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk 2,5 kg (5,5 lbs) dan tinggi jatuh 30 cm (12”). Pemeriksaan kepadatan dibagi 4 cara sebagai berikut :

Cara A : Cetakan 102 mm (4”) bahan lewat saringan 4,75 mm (No. 4)

Cara B : Cetakan 152 mm (6”) bahan lewat saringan 4,75 mm (No. 4)

Cara C : Cetakan 102 mm (4”) bahan lewat saringan 19 mm (3/4”)

Cara D : Cetakan 152 mm (4”) bahan lewat saringan 19 mm (3/4”)

Bila tidak ditentukan cara yang harus dilakukan maka ditetapkan cara A atau D

4. Pemeriksaan CBR Laboratorium (AASHTO T – 193 – 74*)

Pemeriksaan ini untuk menentukan CBR (California Bearing Ratio) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan dilaboratorium pada kadar air tertentu. CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

5. Pemeriksaan Kuat tekan bebas (AASHTO T – 208 – 70)

Pemeriksaan ini untuk menentukan besarnya kekuatan bebas contoh tanah dan batuan yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*). Yang dimaksud dengan kuat tekan bebas adalah beban skdial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan mencapai 20%.

6. Pemeriksaan Geser Langsung (*Direct Shear*) AASHTO T – 236 – 72

Pemeriksaan ini di maksudkan untuk menentukan kohesi (c) dan sudut geser tanah (w)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Tanah asli sebelum ada pengaruh kadar lempung

Parameter dan hasil pemeriksaan Laboratorium terhadap tanah asli sebelum proses variasi terhadap kadar lempung pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Hasil pemeriksaan tanah dalam keadaan tanah asli (existing)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan
1	Kadar Lumpur / Lempung	54,63	%
2	Indeks Plastisitas Tanah (Ip)	2,21	%
3	Berat isi kering (χ d) maksimum	1,73	(gr/cm ³)
4	CBR pada χ d maksimum	17,2	%
5	CBR pada 95% χ d maksimum	15,3	%
6	Kuat tekan bebas	0,13	(Kg/cm ²)
7	Geser Langsung	2,86	(Kg/cm ²)

Sumber: hasil Penelitian lapangan (2012)

Hasil pemeriksaan tanah setelah ada pengaruh kadar lempung

a. Pengaruh kekuatan karakteristik tanah dengan penambahan dan pengurangan kadar lempung 10% dari kadar lempung tanah asli

Rangkuman hasil pemeriksaan proses pencampuran dengan penambahan dan pengurangan 10% kadar lempung tanah dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Hasil pemeriksaan penambahan dan pengurangan 10% kadar lempung tanah

No	Jenis pemeriksaan	Penambahan		Pengurangan	
		Hasil	Satuan	Hasil	Satuan
1	Indeks Plastisitas Tanah (Ip)	2,82	%	2,07	%
2	Berat isi kering (χ d) maksimum	1,7	(gr/cm ³)	1,8	(gr/cm ³)
3	CBR pada χ d maksimum	11,2	%	23,8	%
4	CBR pada 95% χ d maksimum	10,3	%	20,5	%
5	Kuat tekan bebas	0,14	(Kg/cm ²)	0,13	(Kg/cm ²)
6	Geser Langsung	2,83	(Kg/cm ²)	2,90	(Kg/cm ²)

Sumber: hasil Penelitian lapangan (2012)

b. Pengaruh kekuatan karakteristik tanah dengan penambahan dan pengurangan kadar lempung 20% dari kadar lempung tanah asli

Rangkuman hasil pemeriksaan proses pencampuran dengan penambahan dan pengurangan 20% kadar lempung tanah dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Hasil pemeriksaan penambahan dan pengurangan 20% kadar lempung tanah

No	Jenis pemeriksaan	Penambahan		Pengurangan	
		Hasil	Satuan	Hasil	Satuan
1	Indeks Plastisitas Tanah (Ip)	2,67	%	1,86	%
2	Berat isi kering (χ d) maksimum	1,68	(gr/cm ³)	1,84	(gr/cm ³)
3	CBR pada χ d maksimum	8,4	%	24,4	%
4	CBR pada 95% χ d maksimum	7,8	%	21,4	%
5	Kuat tekan bebas	0,15	(Kg/cm ²)	0,12	(Kg/cm ²)
6	Geser Langsung	2,8	(Kg/cm ²)	2,96	(Kg/cm ²)

Sumber: Hasil Penelitian lapangan (2012)

c. Pengaruh kekuatan karakteristik tanah dengan penambahan dan pengurangan kadar lempung 30% dari kadar lempung tanah asli

Rangkuman hasil pemeriksaan proses pencampuran dengan penambahan dan pengurangan 30% kadar lempung tanah dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Hasil pemeriksaan penambahan dan pengurangan 30% kadar lempung tanah

No	Jenis pemeriksaan	Penambahan		Pengurangan	
		Hasil	Satuan	Hasil	Satuan
1	Indeks Plastisitas Tanah (Ip)	2,85	%	1,86	%
2	Berat isi kering (x d) maksimum	1,62	(gr/cm ³)	1,88	(gr/cm ³)
3	CBR pada x d maksimum	8,1	%	28,2	%
4	CBR pada 95% x d maksimum	7,6	%	24,9	%
5	Kuat tekan bebas	0,16	(Kg/cm ²)	0,11	(Kg/cm ²)
6	Geser Langsung	2,77	(Kg/cm ²)	2,98	(Kg/cm ²)

Sumber: hasil Penelitian lapangan (2012)

d. Hubungan antara presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai Indeks Plastisitas (Ip)

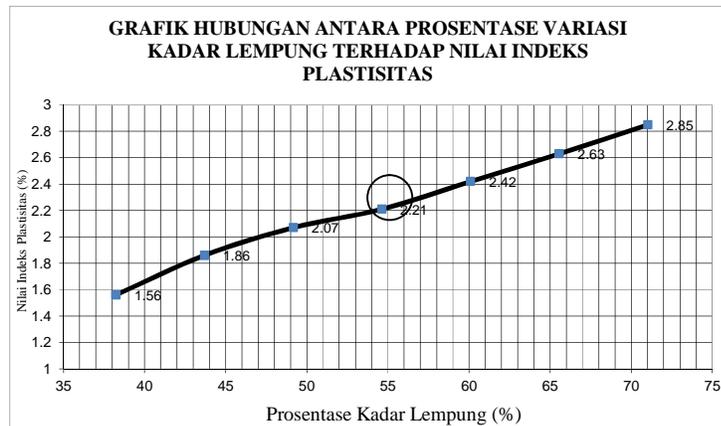
Berikut ini tabel hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai indeks plastisitas (Ip)

Tabel 5. Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai indeks plastisitas (Ip)

No	Prosentase Variasi	Prosentase kadar lempung	Nilai Indeks Plastisitas (Ip)	Satuan
1	-30	38,24	1,56	%
2	-20	43,70	1,86	%
3	-10	49,17	2,07	%
4	0	54,63	2,21	%
5	10	60,1	2,42	%
6	20	65,56	2,63	%
7	30	71,02	2,85	%

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium (2012)

Dari tabel hubungan antara prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap nilai Indeks Plastisitas memperlihatkan bahwa semakin bertambah kadar lempung, maka semakin besar pula nilai Indeks plastisitasnya dan sebaliknya, (Gbr. 2). Nilai Indeks plastisitas berbanding lurus dengan Nilai Kadar Lempung.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara prosentase Penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap Nilai Indeks Plastisitas

e. Hubungan antara presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan Berat isi kering ($\times d$) maksimum

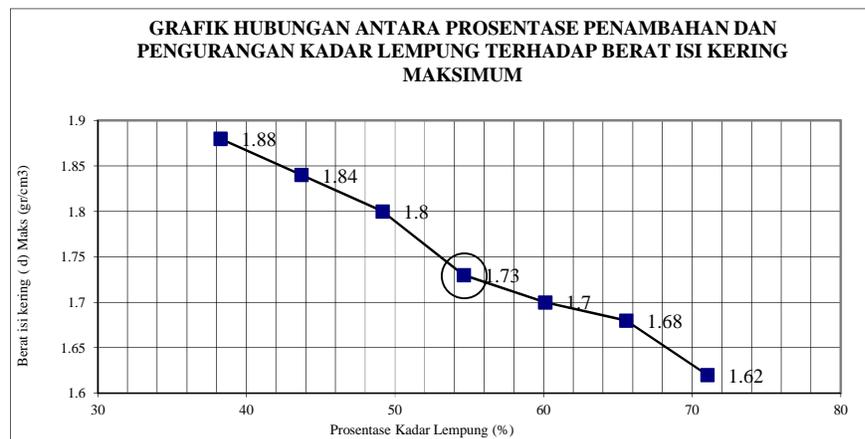
Berikut ini tabel hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai Berat isi kering ($\times d$) maksimum.

Tabel 6. Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai Berat isi kering ($\times d$) maksimum

No	Prosentase Variasi	Prosentase kadar lempung	Berat isi kering ($\times d$) maksimum	Satuan
1	-30	38,24	1,88	%
2	-20	43,70	1,84	%
3	-10	49,17	1,8	%
4	0	54,63	1,73	%
5	10	60,1	1,7	%
6	20	65,56	1,68	%
7	30	71,02	1,62	%

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium (2012)

Dari tabel Hubungan antara prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan berat isi kering ($\times d$) maksimum terlihat bahwa semakin bertambah kadar lempung maka berat isi keringnya semakin menurun dan sebaliknya, (terlihat pada Gambar 3). Nilai Berat isi kering ($\times d$) maksimum berbanding terbalik dengan nilai kadar lempung.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara prosentase Penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap Nilai Berat isi kering ($\times d$) maksimum

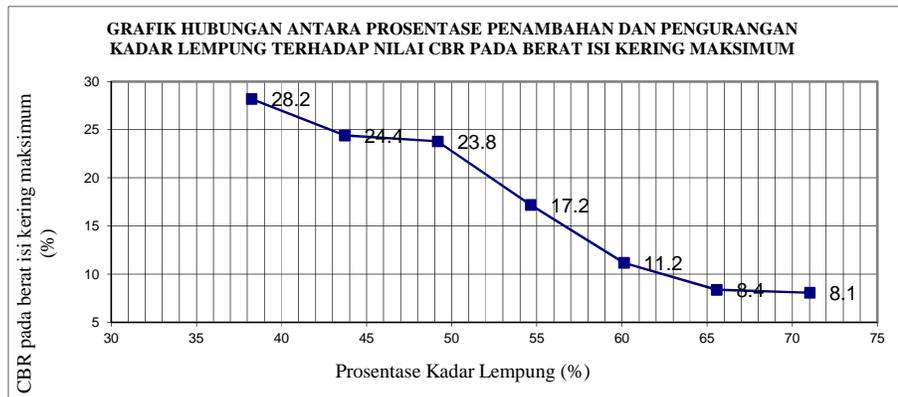
f. Hubungan antara presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai CBR pada Berat isi kering ($\times d$) maksimum

Berikut ini tabel hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai CBR pada Berat isi kering ($\times d$) maksimum. Dari table 7. Hubungan antara prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai CBR pada berat isi kering ($\times d$) maksimum terlihat bahwa semakin bertambah kadar lempung maka berat isi keringnya semakin menurun dan sebaliknya, (Gbr 4). Nilai CBR pada Berat isi kering ($\times d$) maksimum berbanding terbalik dengan nilai kadar lempung.

Tabel 7. Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai CBR pada Berat isi kering ($\times d$) maksimum

No	Prosentase Variasi	Prosentase kadar lempung	CBR pada Berat isi kering ($\times d$) maksimum	Satuan
1	-30	38,24	28,2	%
2	-20	43,70	24,4	%
3	-10	49,17	23,8	%
4	0	54,63	17,2	%
5	10	60,1	11,2	%
6	20	65,56	8,4	%
7	30	71,02	8,1	%

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium (2012)



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara prosentase Penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap Nilai CBR Berat isi kering ($\times d$) maksimum

g. Hubungan antara presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai CBR pada 95% Berat isi kering ($\times d$) maksimum

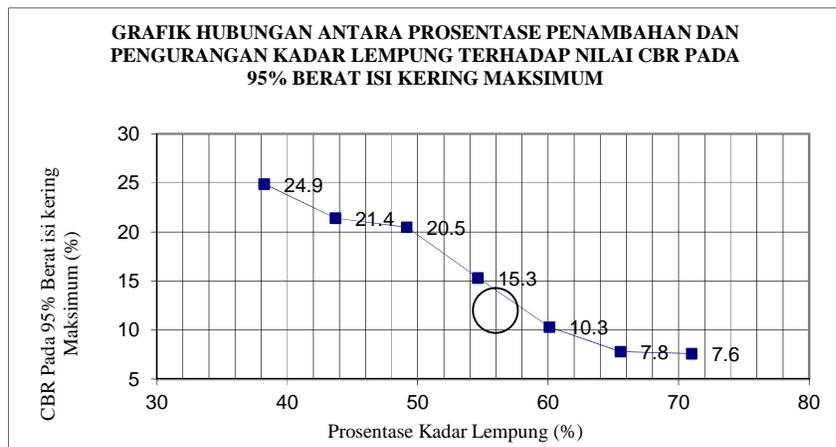
Berikut ini diperlihatkan tabel hubungan antara penambahan dan pengurangan terhadap prosentase kadar lempung terhadap nilai CBR pada 95% dari Berat isi kering ($\times d$) maksimum, sebagaimana yang di tampilkan pada tabel 8 berikut ini :

Tabel 8. Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai CBR pada 95% Berat isi kering ($\times d$) maksimum

No	Prosentase Variasi	Prosentase kadar lempung	CBR pada 95% Berat isi kering ($\times d$) maksimum	Satuan
1	-30	38,24	24,9	%
2	-20	43,70	21,4	%
3	-10	49,17	20,5	%
4	0	54,63	15,3	%
5	10	60,1	10,3	%
6	20	65,56	7,8	%
7	30	71,02	7,6	%

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium (2012)

Dari tabel Hubungan antara prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai CBR 95% pada berat isi kering ($\times d$) maksimum terlihat bahwa semakin bertambah kadar lempung maka berat isi keringnya semakin menurun dan sebaliknya, (Gbr 5). Nilai CBR pada 95% Berat isi kering ($\times d$) maksimum berbanding terbalik dengan nilai kadar lempung.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara prosentase Penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap Nilai CBR pada 95% Berat isi kering (x d) maksimum

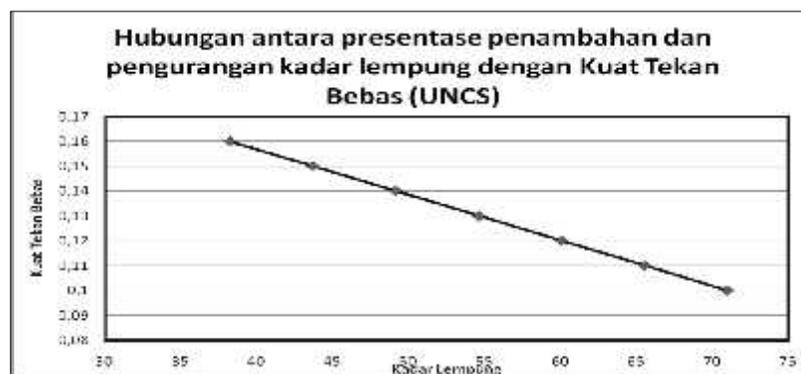
h. Hubungan antara presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan Kuat Tekan Bebas (UNCS)

Berikut ini tabel hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai Kuat Tekan Bebas. Dari tabel Hubungan antara prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai Kuat tekan bebas terlihat bahwa semakin bertambah kadar lempung maka berat isi keringnya semakin menurun dan sebaliknya, (Gbr 6). Nilai kuat tekan bebasnya berbanding terbalik dengan nilai kadar lempung

Tabel 9. Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai Kuat Tekan Bebas

No	Prosentase Variasi	Prosentase kadar lempung	Nilai Kuat Tekan Bebas	Satuan
1	-30	38,24	0,11	%
2	-20	43,70	0,12	%
3	-10	49,17	0,13	%
4	0	54,63	0,13	%
5	10	60,1	0,14	%
6	20	65,56	0,15	%
7	30	71,02	0,16	%

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium (2012)



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara prosentase Penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

i. Hubungan antara presentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan Geser Langsung (*Direct Shear*)

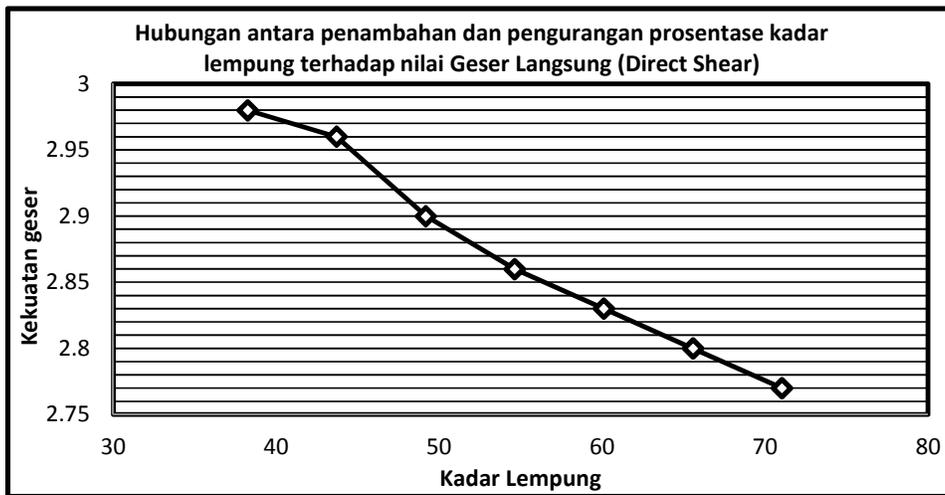
Untuk Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai Geser Langsung (*Direct Shear*) dapat di lihat pada tabel 10 berikut ini:

Tabel 10. Hubungan antara penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung terhadap nilai Geser Langsung (*Direct Shear*)

No	Prosentase Variasi	Prosentase kadar lempung	Nilai Geser Langsung	Satuan
1	-30	38,24	2,77	%
2	-20	43,70	2,80	%
3	-10	49,17	2,83	%
4	0	54,63	2,86	%
5	10	60,1	2,98	%
6	20	65,56	2,96	%
7	30	71,02	2,90	%

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2012)

Dari tabel Hubungan antara prosentase penambahan dan pengurangan kadar lempung dengan nilai Kuat tekan bebas terlihat bahwa semakin bertambah kadar lempung maka berat isi keringnya semakin menurun dan sebaliknya.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara prosentase Penambahan dan pengurangan kadar lempung terhadap Nilai Geser Langsung

Rangkuman hasil pengujian Laboratorium terhadap proses variasi kadar lempung tanah berplastisitas rendah dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 11. Rangkuman hasil pengujian laboratorium terhadap proses variasi kadar lempung berplastisitas rendah

No	Jenis Pemeriksaan	Kadar lempung tanah asli	% Kadar Lempung					
			Penambahan			Pengurangan		
			10	20	30	10	20	30
1.	Indeks Plastisitas Tanah (Ip) (%)	2,21	2,42	2,63	2,85	2,07	1,86	1,56
2.	Berat isi kering (X d) maksimum (kg/cm ³)	1,73	1,7	1,68	1,62	1,8	1,84	1,88
3.	CBR pada X d maksimum (%)	17,2	11,2	8,4	8,1	23,8	24,4	28,2
4.	CBR pada 95% X d maksimum (%)	15,3	10,3	7,8	7,6	20,5	21,4	24,9
5.	Kuat tekan bebas (gr/cm ²)	0,13	0,12	0,11	0,10	0,16	0,15	0,14
6.	Geser Langsung (gr/cm ²)	2,86	2,83	2,8	2,77	2,98	2,96	2,9

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2012)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian di Laboratorium terhadap pengaruh kadar lempung terhadap karakteristik kekuatan tanah setelah dilakukan variasi penambahan dan pengurangan kadar lempung, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai indeks plastisitas (Ip) tanah lempung berplastisitas rendah pada proses penambahan dan pengurangan kadar lempung dari kadar lempung tanah asli mengalami peningkatan dan penurunan seiring dengan proses penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung, semakin bertambah prosentase kadar lempung, maka nilai Indeks Plastisitas semakin besar, sebaliknya semakin berkurang prosentase kadar lempung semakin kecil pula indeks plastisitasnya.
2. Penambahan dan pengurangan kadar lempung dari kadar lempung tanah asli pada proses pencampuran tanah lempung berplastisitas rendah terjadi perubahan, hal ini dapat dilihat dengan peningkatan kepadatan kering dan CBR Laboratorium tanah lempung tidak seiring dengan bertambahnya prosentase penambahan kadar lempung, sebaliknya dengan adanya penurunan kepadatan kering dan CBR Laboratorium tidak seiring pula dengan pengurangan prosentase kadar lempung pada proses variasi kadar lempung tanah berplastisitas rendah.
3. Nilai kuat tekan bebas tanah lempung berplastisitas rendah pada proses penambahan dan pengurangan kadar lempung dari kadar lempung tanah asli mengalami peningkatan dan penurunan seiring dengan proses penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung, semakin bertambah prosentase kadar lempung, maka nilai kuat tekan bebas tanah semakin besar, sebaliknya semakin berkurang prosentase kadar lempung semakin kecil pula kuat tekan bebasnya.
4. Nilai Tegangan geser pada tanah lempung berplastisitas rendah pada proses penambahan dan pengurangan kadar lempung dari kadar lempung tanah asli mengalami peningkatan dan penurunan seiring dengan proses penambahan dan pengurangan prosentase kadar lempung, semakin bertambah prosentase kadar lempung, maka nilai Tegangan geser tanah semakin besar, sebaliknya semakin berkurang prosentase kadar lempung semakin kecil pula tegangan gesernya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Prof. Dr., Ir., MS. 2002. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*, Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran, Bandung.
- Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum, SNI 1728 – 1989, Download <http://www.Google.com/>. 2011/04/10, pukul 16:10 Wita.
- Bowles, J.E., 1984, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta

Sudjianto, A.T., 2002, *Cara menentukan Sifat-Sifat Fisik Dan Mekanik Tanah Di Laboratorium*, JTS Universitas Widyagama Malang.
SNI 1997, tata cara pemeriksaan material Lempung, Jakarta
Wesley, L. D., 1977, *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.
www.elsevier.com, 2003, *Contruction and Building Materials*.
Yuswar Yunus, Mp., 1997, *Tanah dan pengolahan*, CV. Alvabeta, Bandung,