

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan pengamatan kembali penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan agar mendapatkan hasil penelitian yang sangat memuaskan. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka sebagai referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan yang ditulis para peneliti terdahulu.

2.2. Penelitian Terdahulu

perkuatan tanah dengan menggunakan serat plastik didasarkan pada kekuatan geser antara plastik dan partikel-partikel tanah. Serat sintesis tersebut merupakan bahan yang mempunyai regangan putus lebih tinggi dibandingkan dengan regangan runtuh tanah. Dengan demikian perkuatan bekerja dari regangan rendah sampai regangan runtuh tanah dan setelah regangan runtuh tanah dilampaui, perkuatan masih mampu memberikan tegangan tarik, sehingga bisa mencegah keruntuhan yang mendadak. Plastik yang tersusun dari bahan-bahan berupa polypropylene (PP), polyethylene (PE) dan high-density polyethylene (HDPE) mempunyai kekuatan yang cukup sebagai bahan campuran untuk perkuatan tanah. Selain untuk meningkatkan daya dukung tanah, pemanfaatan sampah plastik untuk bahan campuran tanah dasar jalan raya, juga merupakan upaya melestarikan lingkungan, karena dampak bahan buangan sampah plastik dapat dimanfaatkan secara tepat untuk keperluan di bidang teknik sipil, (Anita, 2002).

Stabilisasi perkuatan tanah lempung menggunakan serat karung plastik (Adinda, 2000), mengambil sampel tanah di daerah Kasihan Bantul.

Untuk mengetahui pengaruh terhadap kekuatannya, dilakukan uji triaxial pada tanah lempung tersebut. Dalam penelitian tersebut menyimpulkan bahwa pada penambahan serat yang berupa lembaran 25mm^2 , dengan penambahan $0\% - 0,2\%$ mengakibatkan terjadinya kenaikan kohesi tanah dari $222,251\text{ kN/m}^2$ menjadi $269,03\text{ kN/m}^2$ atau naik sebesar $20,9\%$. Pada penambahan $0,2\% - 0,5\%$ terjadi penurunan dari $269,03\text{ kN/m}^2$ menjadi $199,73\text{ kN/m}^2$, atau turun sebesar $10,24\%$ dari awalnya. Pengujian yang sama dilakukan dengan cara menambahkan serat yang dibentuk lingkaran dengan diameter 25mm mengakibatkan kenaikan daya dukung tanah. Kenaikan optimal terjadi pada penambahan serat $0,2\%$, masing-masing dari $3431,4\text{ kN/m}^2$ menjadi $6255,9\text{ kN/m}^2$ (naik sebesar $82,31\%$), serta naik dari $3431,4\text{ kN/m}^2$ menjadi $8508,7\text{ kN/m}^2$ untuk serat berupa lembaran (naik sebesar $147,96\%$)

2.3. Tanah

Tanah adalah lapisan teratas bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah disuatu lokasi dengan lokasi yang lain. Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan berbagai macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan. (ADE, 2022)

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-endap diantara partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya. (Herdiana, 2018)

Tanah merupakan material yang tidak membatu, tidak termasuk batuan yang terdiri dari butiran-butiran mineral yang memiliki ikatan yang lemah serta memiliki bentuk dan ukuran, bahan organik, air dan gas yang bervariasi. Jenis tanah antara lain gambut, tanah organik, lempung, lanau, pasir, kerikil dan campurannya.(Sitepu, 2021)

2.4. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah merupakan pengelompokan berbagai jenis tanah kedalam kelompok yang sesuai dengan karakteristiknya. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk mengonfirmasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah yang lain berupa data dasar, seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya.(Situmorang, 2018).

Dalam ilmu teknik sipil mekanika tanah terdapat dua sistem klasifikasi yang umum, kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg, sistem-sistem tersebut adalah:

1. Sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO)

Sistem ini mulai dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Admsinistrasion Classification System. Sistem ini telah mengalami beberapa perubahan, sistem yang berlaku pada saat ini yaitu yang diajukan oleh Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of Highway Research Board Pada Tahun 1945 (American Society for Testing and Materials (ASTM) Standar No. D-3282, AASHTO model M105).

Sistem klasifikasi AAHSTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (subbase) dan tanah dasar (subgrade). Sistem ini membagi tanah kedalam

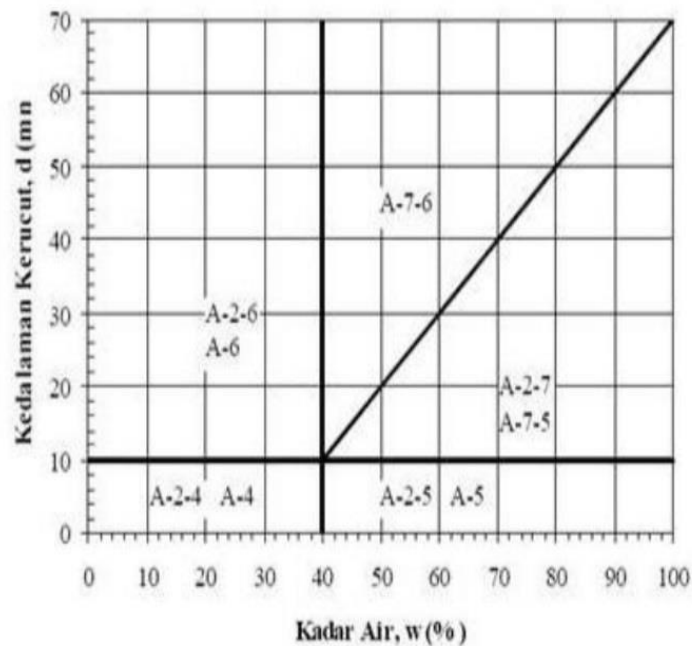
tujuh kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7, A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah yang lolos ayakan No. 200. Tanah dimana lebih dari 35% butiran tanah lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Adapun sistem klasifikasi AASHTO ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut (*Febriantama et al., 2016*):

a. Ukuran Butir

Kerikil bagian tanah yang lolos ayakan 75 mm dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2mm), Pasir bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075mm), Lanau dan Lempung bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

b. Plastisitas

Plastisitas merupakan bentuk penyesuaian pada tanah terhadap volume konstan tanpa retak atau remuk, yang bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, dan padat. Tingkat keplastisan tanah umumnya ditunjukkan dari nilai indeks plastisitas dimana selisih nilai batas cair dan batas plastis suatu tanah.



Gambar 2. 1 Grafik plastisitas untuk Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Jika terdapat batuan yang berukuran lebih besar dari 75 mm pada sampel tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan tersebut terlebih dahulu dikeluarkan dengan presentase tanah yang dikeluarkan harus dicatat. Apabila dalam sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasi tanah, maka data dari uji di cocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 1 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan sampai ditemukan angka-angka yang sesuai.

Tabel 2. 1 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan no200)					
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6
						A-2-7

Analisis ayakan no.200 (%lolos)	Maks 50	Maks 50					
No.10	Maks 30	Maks 25	Min 51	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
No. 40	Maks 15						
No. 200							
Sifat fraksi yang lolos ayakan no.40							
Batas cair (LL)	Maks		NP	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastis (PI)	6			Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai tanah	Baik sekali sampai baik						

2. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified Soil Classification Sistem* (USCS)

Klasifikasi ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942, pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang (Das,1995). Sistem ini pada garis besarnya membedakan tanah atas tiga jenis kelompok, yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), kurang dari 50% lolos saringan No. 200, yaitu tanah berkerikil dan berpasir. Simbol kelompok ini dimulai dari huruf awal **G** untuk kerikil (*gravel*) tanah berkerikil dan **S** untuk pasir (*sand*) tanah berpasir.

- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*), lebih dari 50% lolos saringan No. 200, yaitu tanah berlanau dan berlempung. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf awal **M** untuk lanau anorganik, **C** untuk lempung anorganik, dan **O** untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (peat), dan tanah dengan kandungan organik tinggi.
- c. Tanah organik (Gambut/Humus), secara laboratorium dapat ditentukan jika perbedaan batas cair tanah contoh yang belum di oven dengan yang telah di oven sebesar > 25%.

Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah **W** - untuk gradasi baik (*Wells graded*), **P** - gradasi buruk (*poorly graded*), **L** – plastisitas tinggi (*low plasticity*) dan **H** – plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam klasifikasi USCS yaitu sebagai berikut:

- a. Presentasi lolos ayakan No. 200 dan lolos ayakan No. 4
- b. Koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc)
- c. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI)

Tabel 2. 2 Sistem klasifikasi Unifed Soil Classif

Pembagian Jenis			Nama Jenis	Simbol
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari setengah, butiran tertahan saringan No.200	Kerikil Lebih dari setengah fraksi kasar tertahan saringan No.4	Kerikil bersih, (hanya kerikil)	Kerikil, bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.	Gw
			Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran	GP

Tanah Berbutir Halus Lebih dari setengah, materialnya lebih halus dari ayakan No.200			halus	
		Kerikil dengan butiran halus	Kerikil berlanau, campuran, kerikil-pasir-lanau	GM
			Kerikil berlempung, campuran, kerikil-pasir-lempung	GC
	Pasir Lebih dari setengah fraksi kasar lolos saringan No.4	Pasir bersih (hanya pasir)	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SW
			Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SP
		Pasir dengan butiran halus	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	SM
			Pasir berlempung, Campuran pasir-lempung	SC
	Lanau dan Lempung	Batas cair kurang dari 50%	Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau lempung	ML
			Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (lean clasy)	CL

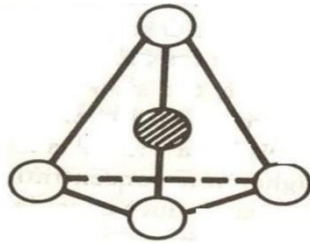
			Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	OL
		Batas cair lebih dari 50%	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	MH
			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clasy)	CH
			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	OH
Tanah Organik			Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	PT

2.5. Tanah Lempung

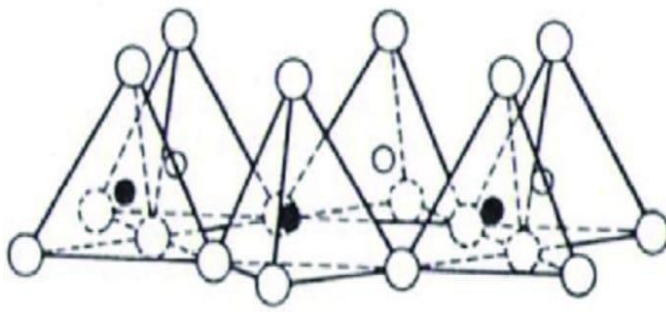
Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0.002 mm. Partikel ini merupakan sumber utama pada tanah kohesif, meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil namun tidak bisa disebut tanah lempung karena umumnya partikel tersebut tidak dapat menyebabkan terjadinya sifat plastis pada tanah. Perubahan sifat fisik dan mekanis tanah lempung dikendalikan oleh kelompok mineral yang mendominasi tanah tersebut (*Herdiana, 2018*).

Mineral lempung adalah senyawa aluminium silikat yang kompleks yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu silika tetrahedra dan aluminium oktahedra. Jenis-jenis mineral lempung tergantung dari

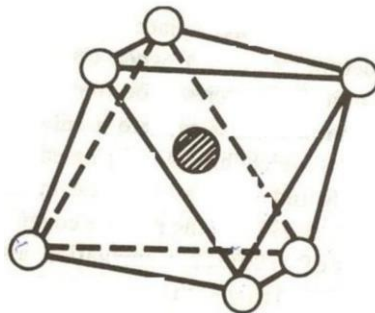
komposisi susunan suatu struktur dasar atau tumpuan lembaran serta macam ikatan antara masing-masing lembaran (SENTOSA, 2021).



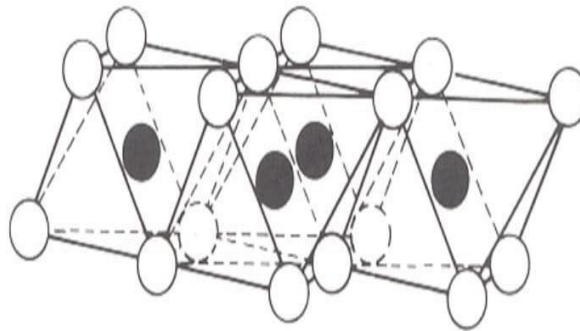
Gambar 2. 2 Single silika tetrahedral



Gambar 2. 3 Isometrik silika sheet



Gambar 2. 4 Single alluminium oktahedorn



Gambar 2. 5 Isometrik oktahedral sheet

Berdasarkan mineralogi tanah dapat dibagi pada struktur mineralnya, untuk tanah lempung terdapat tiga kelompok struktur mineral tanah yaitu:

1. Kelompok kaolinite, yang umumnya tidak mempunyai sifat ekspansif.
2. Kelompok Mica-lite, termasuk illite dan vermiculite yang sedikit dapat bersifat ekspansif.
3. Kelompok Smectite, termasuk Montmorillonite inilah yang disebut tanah yang ekspansif.

Definisi tanah lempung menurut para ahli:

1. Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikronomis sampai dengan sub mikrokonis yang bersal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Pada keadaan kering tanah lempung sangat keras dan bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang tinggi tanah bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.
2. Tanah lempug merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam keadaan basah.
3. Pada tanah lempung memiliki sifat-sifat antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0.002 mm, permeabilitas rendah,

kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Gunarso, 2017):

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

2.6. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah salah satu upaya untuk memperbaiki keadaan tanah dengan menambahkan atau memodifikasi struktur lapisan tanah agar dapat memperbaiki daya dukung tanah, serta mempertahankan kekuatan geser dan mengurangi terjadinya deformasi tanah. Beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilkan tanah adalah sebagai berikut (Febriantama et al, 2016) :

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan tahanan geser yang terjadi
3. Menambahkan bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi atau fisis pada tanah
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah)
5. Mengganti tanah yang buruk.

Beberapa metode stabilisasi menurut Ingles Matcalf (1992) sebagai berikut :

1. Stabilisasi mekanis adalah stabilisasi yang bertujuan untuk mendapatkan kepadatan tanah maksimum. Stabilisasi mekanis dilakukan menggunakan peralatan mekanis, diantaranya mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan (*pounder*), ledakan (*explosive*), *preloading*, tekan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.
2. Stabilisasi fisik merupakan stabilisasi yang bertujuan mengubah sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan (*heating*), pendingin (*cooling*) dan menggunakan arus listrik pada proses stabilisasi tanah.
3. Stabilisasi kimiawi merupakan stabilisasi yang dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tambahan pada tanah sehingga terjadi reaksi kimia antara tanah dan bahan tambah yang mengubah sifat-sifat tanah tersebut. Penambahan atau pencampuran bahan kimia yang sering dilakukan padanumumnya menggunakan Portland Cement, kapur, aspal, clean set cement, dan bahan tambah lainnya.

2.7. Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah adalah sifat-sifat dasar dari tanah dalam keadaan asli yang berguna untuk menentukan jenis tanah (Pah, 2010). Kondisi tanah lempung pada setiap daerah tentunya berdeda-beda, sehingga diperlukan sifat fisik tanah lempung. Tanah lempung yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tanah lempung terganggu terhadap daya dukung tanah (*disturbed*), Dimana tanah ini didapatkan dengan cara menggali tanah lalu dimasukkan kedalam karung , kemudian dibawa ke laboratorium untuk dikeringkan. Setelah sampel tanah dikeringkan kemudian tanah ditumbuk dan diayak menggunakan saringan No.4.

Setelah tanah yang akan diuji suda siap, selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik tanah.

Untuk mengetahui sifat fisik tanah dilakukan beberapa pengujian yang meliputi:

2.7.1. Kadar Air (*Water Content*)

Untuk dapat mengetahui kadar air yang terkandung pada tanah dapat kita lakukan dengan cara melakukan pengujian kadar air. kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air (W_w) dalam satuan tanah dengan beray kering tanah (W_s)

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Pers.1}$$

Di mana:

W = kadar air (%)

W_w = Berat air (gr)

W_s = Berat tanah (gr)

2.7.2. Berat Volume Kering

Untuk mengetahui berat volume kering pada sampel tanah dapat kita lakukan dengan pengujian berat volume tanah. Dengan membandingkan berat tanah kering dan volume total tanah dengan rumus:

$$Y_d = \frac{y_{wet}}{1+W}$$

Di mana:

Y_d = Berat volume tanah kering (gr/cm^3)

y_{wet} = Berat isi tanah basah (gr/cm^3)

W = Kadar air (%)

2.7.3. Berat Jenis (Gs)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis suatu tanah dengan menggunakan *piknometer*. berat jenis tanah adalah suatu perbandingan antar berat butiran tanah dan berat air di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya pada suhu 25°C

Rumus untuk mencari berat jenis yaitu:

$$G_s = \frac{aW_s}{(W_4 + W_s + W_3)} \dots \dots \dots \text{Pers.2}$$

Dimana:

G_s = berat spesifik/berat jenis tanah (gr)

a = Faktor koreksi (gr)

W_s = berat tanah kering (gr)

W_4 = berat piknometer + air (gr)

W_3 = berat piknometer + air + tanah (gr)

Jenis-jenis tanah berdasarkan berat jenis (G_s) yang dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 3 Macam-Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis (G_s).

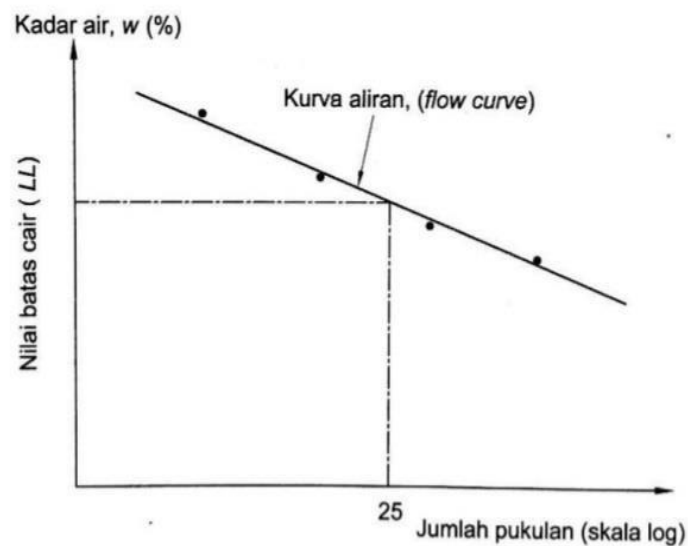
Macam Tanah	Berat (G_s)
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau Organik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37

Gambut	1,25-1,80
--------	-----------

(sumber : Hardiyatmo, 2012)

2.7.4. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair dapat ditentukan dari uji cassagrande, yang dipisah selebar 3mm dan menyatu kembali selebar 0,5 inci pada pukulan ke 25. Berikut ini grafik untuk menentukan nilai batas cair tanah.



Gambar 2.2 Grafik Untuk Menentukan Batas Cair Tanah Lempung

Kemiringan garis dalam kurva didefinisikan sebagai indeks aliran (*flow indeks*). Perhitungan kadar air pada batas cair didefinisikan sebagai rumus berikut:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Pers. 3}$$

Dimana:

W = Kadar Air

W_w = Berat Air

W_s = Berat Tanah Kering

Rumus untuk mencari nilai batas cair (LL) adalah sebagai berikut:

$$LL = W_n \left(\frac{n}{25} \right)^{0,121} \dots \dots \dots \text{Pers. 4}$$

Dimana:

LL = Batas Cair (Liquit Limit)

W_n = Kadar air pada tumbukan ke- n (%)

n = Jumlah Tumbukan

2.7.5. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas Plastis (PL) merupakan keadaan kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air Dimana tanah dimasukkan kedalam silinder 3,2 mm tanah mulai retak Ketika di gulung, Dengan menggunakan rumus berikut:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Pers. 5}$$

Dimana:

W = Kadar Air

W_w = Berat Air

W_s = Berat Tanah Kering

2.7.6. Indeks Plastisitas (*Plasticity Indeks*)

Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis karena indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan rumus:

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots \text{Pers. 6}$$

Dimana:

PI = Indeks Plastisitas

LL = Batas cair

PL = Batas Plastis

Apabila PI besar, maka jumlah partikel lempung dalam tanah semakin banyak. Jika rendah seperti pada tanah lanau sedikit pengurangan kadar air akan berakibat tanah menjadi kering dan sebaliknya jika kadar air bertambah sedikit maka tanah akan menjadi cair.

Tabel 2. 4 Nilai Indeks Plastisitas dan macam-macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas > Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

2.7.7. Analisa Saringan

Distribusi ukuran tanah berbutir kasar dapat ditentukan dengan menyaring. Caranya dengan benda uji (tanah) disaring dengan satu unit saringan standar. Berat tanah yang tertinggal pada masing-masing saringan ditimbang, presentase berat tanah kemudian dihitung. Pengujian ini menggunakan saringan standar seperti yang dapat kita lihat susunan saringan pada tabel dibawah.

Tabel 2. 5 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

No. saringan	Diameter lubang (mm)
3	6,35
4	4,75
6	3,35
8	2,36
10	2
16	1,18
20	0,85
30	0,6
40	0,42
50	0,3
60	0,25
70	0,21
100	0,15
140	0,106
200	0,075
270	0,053

2.7.8. Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan atau kepadatan yang memperkecil jarak atau celah antara partikel tanah sehingga terjadi reduksi volume udara pada pemadatan yang dilakukan, Pemadatan yang dilakukan di laboratorium dalam untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Pemadatan tanah berfungsi untuk menambah kekuatan tanah dan mengurangi besarnya masalah penurunan tanah sehingga meningkatkan adanya daya dukung pondasi diatasnya.

Dalam Pemadatan tanah yang dilakukan memberikan beberapa keuntungan seperti Menaikkan kekuatan tanah, Memperkecil pengaruh air terhadap tanah, Berkurangnya penurunan permukaan tanah

(*subsidence*), Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air. Karakteristik pemadatan tanah dapat diketahui dari uji standar di laboratorium pada percobaan yang dilakukan di laboratorium yang paling umum dilakukan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum seperti *Proctor Compaction Test* (Uji pemadatan proctor). Hubungan berat volume basah dan kadar air dinyatakan dalam persamaan 2.3 berikut (SNI 1742:2008):

$$y_w = \frac{G_s}{1 + \left(\frac{w}{100}\right) \times G_s} \dots\dots\dots \text{Pers. 7}$$

Dimana:

y_w = Berat volume air (gr/cm³)

w = kadar air (%)

G_s = berat jenis tanah

2.7.9. Pengujian Kuat Geser

Pengujian Kuat Geser adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan nilai kuat geser tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

2.8. Zeloite



Gambar 2. 6 Zeloit

Zeolit adalah mineral yang terbentuk dari kristal batuan gunung berapi yang terjadi karena endapan magma hasil letusan gunung berapi jutaan tahun lalu. Zeolit merupakan suatu bahan stabilisasi tanah yang sangat cocok digunakan untuk meningkatkan kondisi tanah atau material tanah jelek/ dibawah standar. Penambahan zeolit ini akan meningkatkan kepadatan, meningkatkan ikk, kuat tekan serta kuat gesekan antar partikel dalam tanah, daya dukung, kuat tekan serta kuat geser material tanah, sehingga memungkinkan pembangunan konstruksi di atasnya. Zeolit merupakan kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali dan alkali tanah dalam rangka tiga dimensinya, secara empiris mempunyai rumus sebagai berikut :

$M_{x/n}(AlO_2)_x(SiO_2)_yH_2O$ dimana M=kation alkali tanah atau alkali, n=valensi logam alkali dan

x,y= bilangan tertentu.

Menurut Aslina Br, Dkk(2007), sifat kimia zeolite adalah sebagai berikut:

a. Dehidrasi

Dehidrasi bertujuan untuk melepaskan molekul air dan kisi kristal sehingga terbentuk suatu rongga dengan permukaan yang lebih besar dan tidak lagi terlindungi oleh sesuatu yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi

b. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolite terisi oleh molekul air yang berada di sekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

c. Penukar ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung pada sifat kation, suhu, dan jenis anion.

d. Katalis

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekulnya dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk.

e. Penyaring/Pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah atas perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring. Molekul yang berukuran lebih kecil dari ruang hampa dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar hampa akan ditahan.

Adapun keuntungan pemakaian zeolit sebagai bahan campuran stabilisasi adalah:

1. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas mineral yang ada dalam tanah
2. Meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan kuat tekan tanah
3. Meningkatkan tahanan tanah terhadap geser yang terjadi di lereng

2.9. Serat Karung Plastik

Plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Mereka terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi.

Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik dapat dibentuk menjadi film atau fiber sintetik. Nama ini berasal dari fakta bahwa banyak dari mereka "malleable", memiliki properti keplastikan. Plastik didesain dengan varias yang sangat banyak dalam properti yang dapat menoleransi panas, keras, "reliency" dan lain-lain. Digabungkan dengan kemampuan adaptasinya, komposisi yang umum dan beratnya yang ringan memastikan plastik digunakan hampir di seluruh bidang industri. Plastik dapat juga menuju ke setiap barang yang memiliki karakter deformasi atau gagal karena shear stress-keplastikan (fisika) dan ductile..(Sheftel,2000). Plastik dapat dikategorisasikan dengan banyak cara tapi paling umum dengan melihat tulang-belakang polimernya (vinyl{chloride}, polyethylene, acrylic, silicone, urethane, dll.). Karena polimer-polimer sintetik makin dipakai dalam transportasi dan konstruksi, banyak usaha telah ddilakukan untuk mengembangkan polimer-polimer tak dapat nyala. Usaha-usaha ini bertujuan untuk pengurangan gas-gas beracun dan beracun yang terbentuk selama pembakaran dan pengembangan serat-serat yang tidak dapat nyala. Serat-serat polimer merupakan serat yang kuat dan elastik. Kekuatan merupakan salah satu sifat mekanik dari polimer. Plastik juga mampu mempunyai deformasi yang baik. Ada beberapa macam kekuatan dalam polimer, diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Kekuatan Tarik (Tensile Strength)

Kekuatan tarik adalah tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu sampel. Kekuatan tarik penting untuk polymer yang akan ditarik, contohnya fiber, harus mempunyai kekuatan tarik yang baik.

2. Compressive strength

Sifat ini adalah ketahanan terhadap tekanan. Plastik merupakan material yang lentur dan elastis dan mem punya kekuatan tekan yang bagus.

Segala sesuatu yang harus menahan berat dari bawah harus mempunyai kekuatan tekan yang bagus.

3. Flexural strength

Adalah ketahanan pada bending (flexing). Polimer mempunyai flexural strength jika dia kuat saat dibengkokkan.

4. Impact strength

Adalah ketahanan terhadap tegangan yang datang secara tiba-tiba. Polimer mempunyai kekuatan impak jika dia kuat saat dipukul dengan keras secara tiba-tiba seperti dengan palu.

2.4 Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Stabilisasi perkuatan tanah lempung menggunakan serat karung plastik (Adinda,2000), mengambil sampel tanah di daerah Kasihan Bantul. Untuk mengetahui pengaruh terhadap kekuatannya, dilakukan uji triaxial pada tanah lempung tersebut. Dalam penelitian tersebut menyimpulkan bahwa pada penambahan serat yang berupa lembaran 25mm^2 , dengan penambahan 0% - 0,2% mengakibatkan terjadinya kenaikan kohesi tanah dari $222,251\text{ kN/m}^2$ menjadi $269,03\text{ kN/m}^2$ atau naik sebesar 20,9%. Pada penambahan 0,2% - 0,5% terjadi penurunan dari $269,03\text{ kN/m}^2$ menjadi $199,73\text{ kN/m}^2$, atau turun sebesar 10,24% dari awalnya. Pengujian yang sama dilakukan dengan cara menambahkan serat yang dibentuk lingkaran dengan diameter 25mm mengakibatkan kenaikan daya dukung tanah. Kenaikan optimal terjadi pada penambahan serat 0,2%, masingmasing dari $3431,4\text{ KN/m}^2$ menjadi $6255,9\text{ KN/m}^2$ (naik sebesar 82,31%),serta naik dari $3431,4\text{ KN/m}^2$ menjadi $8508,7\text{ KN/m}^2$ untuk serat berupa lembaran (naik sebesar 147,96%)

Menurut (Guido,1955) yang telah mengadakan pengujian sebanyak 100 kali dengan uji pemadatan dan CBR laboratorium untuk 4 jenis tanah yang berbeda baik yang diperkuat maupun yang tanpa perkuatan, yaitu pada

tanah pasir berbutir seragam, bubuk batuan, lempung plastisitas sedang, serta lempungplastisitas tinggi dengan perkuatan fibergrids menghasilkan nilai–nilai sebagai berikut :

1. Untuk tanah pasir menghasilkan kenaikan nilai CBR sebesar 100%
2. Untuk bubuk batuan menghasilkan kenaikan nilai CBR dari 300% hingga 400%.
3. Untuk kedua jenis lempung menghasilkan kenaikan nilai CBR sekitar 25% hingga 100%.

Kenaikan pada kekuatan CBR untuk keempat jenis tanah ini berhubungan langsung pada penambahan persentase fibergrids yang digunakan. Disarankan persentase maksimum dari fibergrids yang digunakan berkisar 0,2% hingga 9%.