

**PERBAIKAN TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT
DAN PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu
(S-1) Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas HKBP Nommensen Medan*

Disusun oleh:

TRI BERKAT WARUWU

23310203

Telah diuji dihadapan Tim penguji Tugas Akhir pada tanggal 22 Februari 2024
dan dinyatakan telah lulus sarjana

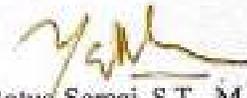
Disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



(Surta Ria Nurliana Panjaitan, S.T., M.T)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Yetti Riris Rotua Saragi, S.T., M.T., IPU., ACPE)

Dosen Pembanding I



(Ir. Jahan Oberlyn Simanjuntak, S.T., M.T., IPM)

Dosen Pembanding II



(Bartholomeus, S.T., M.T)



(Ir. Yetti Riris Rotua Saragi, S.T., M.T., IPU., ACPE)

Ketua Program Studi

(Tiurma Elita Saragi, S.T., M.T)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastisitas pada tanah bila di campur dengan air. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi, kohesifitas yang besar berakibat fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Kondisi tanah basah volume tanah akan mengembang sehingga kuat gesernya akan rendah dan tanah akan lengket, sedangkan pada kondisi kering akan mengalami retakan-retakan akibat kembang susut dan tanah dalam kondisi keras. Selain itu tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil, hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung tidak akan stabil.

Dalam peningkatan kestabilan tanah biasanya di gunakan *polypropylene polymer* (pp) yang harganya cukup mahal. Biaya yang mahal ini mengakibatkan peningkatan dari harga pembangunan.. Untuk mengatasi masalah tanah dan biaya tersebut, perlu dilakukan stabilisasi tanah. Ada beberapa metode stabilisasi tanah, antara lain mencampur tanah dengan material lain, metode pembebanan, metode vertical drain (kolom pasir), dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini akan dikaji perbaikan metode stabilisasi dengan pasir laut, karna dengan menggunakan pasir laut nilai kohesi/lekatan pada tanah akan berkurang. Pasir yang memiliki gradasi yang baik dan butiran yang kuat akan mampu menahan beban yang bekerja secara vertikal maupun horinzontal.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan stabilisasi yang menggunakan bahan tambahan dengan pasir laut untuk mengetahui karakteristik dan pengaruhnya terhadap tanah dasar (subgrade) di jalan Pantai Labu, desa sidodadi, Kabupaten deli serdang.

1.2 Rumusan Masalah

Setiap jenis tanah lempung di setiap daerah pasti memiliki perbedaan. Pada sampel yang di uji pada penelitian ini mengambil sampel tanah di daerah sidodani ramunia. Jenis tanah di daerah tersebut berupa tanah lempung yang sedikit basah, karena saat pengambilan sampel galian tanah untuk mengambil tanah uji ini banyak mengandung air.

Seperti yang kita ketahui, jenis tanah lempung mempunyai daya dukung tanah yang tidak begitu besar, sehingga perlu adanya material pendukung, untuk bisa diperbaiki.

1.3 Batasan Masalah

1. Sampel adalah tanah lempung dengan kondisi terganggu (*disturbed*) di ambil dari jalan Pantai Labu, desa Sidodadi, Kabupaten Deli Serdang.
2. Dilakukan upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung dengan menggunakan campuran pasir laut
3. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika tanah, jurusan Teknik sipil Universitas HKPB Nommensen Medan dan Badan Standardisasi Dan Kebijakan jasa Industri Medan.
4. Mengolah dan menganalisis data hasil dari penelitian dan mencoba mengaplikasikanya secara analitis terhadap peningkatan daya dukung tanah dengan melakukan pengujian pemadatan standar (*proctor test*).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

Untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir laut terhadap perubahan sifat fisis dan mekanik.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan solusi dan alternatif bahan tambah untuk stabilisasi tanah lempung berupa pasir dengan uji Konsolidasi, sehingga melengkapi penelitian yang sudah ada sebelumnya serta

sebagai masukan bagi instansi tentang kondisi tanah yang ada, sehingga dapat merencanakan sebuah konstruksi yang aman

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika atau aluminium yang halus, unsur ini, silicon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak (Simanjuntak dkk, 2017).

Tanah lempung pada kondisi basah mempunyai kandungan air yang besar, volume yang lebih besar karena tanah mengalami pengembangan, dan tanah menjadi lunak. Sebagai akibatnya dalam kondisi ini tanah lempung mempunyai kemampuan yang sangat rendah untuk mendukung beban. Tanah lempung juga merupakan suatu jenis tanah kohesif yang memiliki sifat yang sangat kurang menguntungkan pada konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. (Willy dkk, 2015).

Tanah jenis ini dikatakan tanah lempung, karena mempunyai indeks plastisitas yang memiliki interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Jika tanah memiliki Indeks Plastisitas (IP) tinggi, maka tanah memiliki beragam butiran lempung. Jika Indeks Plastisitas (IP) rendah, seperti tanah lanau, sedikit pengurangan kadar air dapat menyebabkan tanah akan menjadi kering.

Batasan terkait indeks plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesif diberikan oleh pengujian Atterberg dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2**.

Table 2.1 Nilai Indeks plastisitas dan macam tanah (Jumikis, 1962)

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>7	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber :Bowles, 1991)

Table 2.2 Jenis tanah berdasarkan nilai PI menurut Chen (1988)

Potensi Pengembangan	PI
Low	0-15
Medium	10-35
High	20-55
Very High	>35

(Sumber: Hardiyatmo, 2006)

1.2 Pasir Laut

Pasir laut yang digunakan sebagai bahan stabilisasi mengandung kadar garam yang terkandung dalam pasir laut tersebut. Dalam bentuk larutan, garam membentuk ion – ion yang berfungsi sebagai katalisator yang meningkatkan kecepatan reaksi pozzolanic pada tanah lempung. Dalam bentuk kering garam memiliki bentuk seperti kristal yang mengisi ruang pori diantara butiran – butiran tanah lempung. Garam berperan menaikkan daya dukung tanah lempung baik menjadi larutan maupun menjadi bentuk kristal. Dengan menambahkan pasir akan menjadikan gradasi pada tanah lempung lebih rapat sehingga dapat melawan sifat kembang susut tanah lempung serta akan menambahkan kepadatannya apabila dicampurkan menggunakan pasir laut (Kusuma, 2017)

Dalam penelitian ini dengan memanfaatkan material lokal berupa pasir laut sebagai bahan stabilisasi. Pasir laut sebagai bahan stabilisasi dapat dibedakan atas dua kondisi yaitu pasir laut yang tidak dipengaruhi pasang surut dan pasir laut yang terendam atau dipengaruhi oleh kondisi air laut (air pasang surut). Yang dimaksud dengan pasir laut yang tidak dipengaruhi oleh air pasang surut adalah pasir laut yang terdampar \pm 50 meter dari air pasang dan tidak akan tergenang kembali. Pasir laut yang tidak dipengaruhi air pasang ini mempunyai kandungan kadar garam yang lebih kecil dari pasir laut yang dipengaruhi air pasang. Akan tetapi bahan - bahan kimia dan limbah - limbah yang ada pada pasir laut yang tidak dipengaruhi pasang surut lebih banyak dibandingkan pasir laut yang dipengaruhi pasang surut.

1.3 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan pemberian bahan tambah pada tanah tersebut atau menggunakan alat bantu tertentu, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan keawetan.

Stabilisasi tanah terbagi menjadi tiga jenis, yaitu stabilisasi tanah mekanik, stabilisasi tanah fisik dan stabilisasi tanah kimiawi. Pada penelitian ini menggunakan stabilisasi tanah kimiawi dengan pemberian bahan tambah (pasir laut).

1.4 Batas-Batas Atterberg

1.4.1 Batas Cair

Batas cair tanah adalah suatu kadar air minimum di mana sifat dari suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Nilai batas cair ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$W_c = \frac{(W_2 - W_3)}{(w_3 - w_1)} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

1.4.2 Batas Plastis

Batas Plastis (Plastic Limit) adalah kadar air yang dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis keadaan semi solid. Batas Plastis dapat dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Kadar air dapat ditentukan dengan menggiling tanah pada pelat kaca hingga diameter dari batang yang dibentuk mencapai 1/8 inchi, maka kadar air tanah tersebut sudah termasuk tanah mencapai batas plastisnya. Setelah batas cair dan batas plastis diuji selanjutnya mencari nilai Indeks Plastisitas (IP).

$$PL = W_c (\%) = \frac{W_2 - W_3}{(W_3 - W_1)} \times 100 \dots\dots\dots (2.2)$$

1.4.3 Indeks Plastis

Indeks plastisitas adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah atau $PI = LL - PL$. Indeks plastisitas berfungsi untuk mengidentifikasi sifat plastis tanah. Tanah yang mengandung butiran lempung adalah tanah yang memiliki PI tinggi. Sebaliknya, PI rendah dimiliki oleh tanah jenis lanau yang sedikit terjadi pengurangan kadar air sehingga menyebabkan tanah menjadi kering.

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (2.3)$$

2.5 Kadar Air

Kadar air tanah adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah bisa digunakan untuk menghitung parameter sifat - sifat tanah (Sulaiman dkk, 2017).

$$\text{Kadar air tanah } (w) = W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan:

$W_{\square} =$ Berat cawan + tanah basah

$W_{\square} =$ Berat cawan + tanah kering

$W_{\square} =$ Berat cawan kosong

$W_{\square} - W_{\square} =$ Berat air (Ww)

$W_{\square} - W_{\square} = \text{Berat tanah kering (Ws)}$

2.6 Berat Jenis

Berat jenis butir tanah adalah perbandingan antara massa isi butir tanah dan massa isi air (SNI 1964-2008). Berat jenis suatu bahan didefinisikan sebagai perbandingan antara berat bahan yang berisi tertentu dengan berat air yang isinya sama untuk mengetahui besarnya berat jenis bahan dari butir-butir tanah. Setiap pekerjaan pengujian tanah, diperiksa atau diuji di laboratorium sehingga dapat ditentukan harga-harga berat jenis butir atau biasa disebut Gs secara akurat seperti pada **Tabel 2.3** dengan persamaan sebagai berikut.

$$GS = \frac{c-a}{HAP-(d-c)t^2} \quad (2.5)$$

Tabel 2.3 Pengelompokan berat jenis tanah (Hardiyatmo, 2017)

Macam tanah	Berat jenis (Gs)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau anorganik	2,62 - 2,68
Lempung organik	2,58 - 2,65
Lempung anorganik	2,68 - 2,75
Lempung anorganik	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

(Sumber : Hardiyatmo, 1992)

2.7 Analisa Saringan

Analisa saringan atau analisa ayakan merupakan prosedur yang secara umum digunakan untuk mengukur distribusi ukuran artikel dari suatu bahan, terdapat dua cara untuk mendistribusikan ukuran-ukuran partikel pada tanah yaitu sebagai berikut

2.7.1 Analisa ayakan (Grain size)

Uji Analisa ayakan mempunyai fungsi untuk menentukan gradasi dari sampel tanah yang memiliki diameter lebih besar dari 0.075 mm. Untuk mendapatkan hasil tersebut maka dilakukan Langkah-langkah sebagai berikut.

1. Berat sampel semula = A gram berat sampel
 Sesudah dicuci = B gram
 Berat lumpur = Berat sampel lolos saringan no 200
 = A-B(2.6)
2. Jumlah berat tanah yang tertinggal dalam saringan ϕ 4.76 mm sampai ϕ 0.075mm
 = C gram
 Kehilangan berat = (B-C gram)
3. Kadar lumpur = $\frac{(a-b)+a}{a} \times 100\%$(2.7)
 Dengan a= berat tanah yang tertinggal dalam alas saringan.
4. Presentase tanah yang tertinggal
 $\frac{\text{berat yang tertinggal}}{A} \times 100\%$(2.8)
5. Kumulatif persen tanah yang tertinggal =jumlah+presentase tanah di atasnya
(2.9)
6. Present Finer = (100%-Kumulatif persen).....(2.10)

2.7.2 Analisa Hidrometer

Uji Analisa hydrometer berfungsi untuk menentukan ukuran partikel-partikel tanah yang berdiameter lebih dari 0.075mm dengan menggunakan alat hydrometer. Rumus yang dapat digunakan sebagai berikut.

$$\text{Presentase butiran } N = \frac{\text{Setelah pembacaan}}{\text{Jumlah selisih pembacaan}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

$$KL = \text{Kadar lumpur (berat lumpur)}$$

$$D = \text{Diameter } (106.10^{-7} z/t)v^2 \times KL \dots\dots\dots(2.12)$$

$$t = \text{Waktu dalam detik}$$

$$z = 24 - \alpha(0.2) \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\alpha = \text{Banyaknya strip setiap pembacaan}$$

2.8 Distribusi Ukuran Butir Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) tanah. Ukuran butir yang lebih besar dari 0,075mm digunakan analisa saringan sedangkan ukuran butiran tanah lebih kecil dari 0,075mm digunakan analisa hidrometer. Analisa saringan dikerjakan dengan menggunakan ayakan dengan berbagai ukuran. Sedangkan analisa hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air

$$D=K\sqrt{\frac{L}{t}}$$

Dengan:

L = Panjang efektif/jarak yang ditempuh butiran

T = Waktu pengamatan/pembacaan

K = Koreksi terhadap temperature dan berat jenis

2.9 Klasifikasi Tanah

Terdapat beberapa masalah teknis mengenai tanah seperti pada perkerasan jalan, bendungan, dan lainnya. Sebelum memulai pekerjaan pembangunan, pemilihan dan pengecekan tanah sangat perlu dilakukan agar dapat menghasilkan bangunan yang aman. Pemilihan ini disebut klasifikasi, klaisifikasi tanah sangat membantu perencanaan dalam memberikan pengarahan melalui emperis tersedia dari hasil pengalaman yang terdahulu.

Ada dua macam sistem klasifikasi tanah yang biasa digunakan, yaitu *Unified Soil Classification System* (USCS) dan AASHTO (*American Assocation of State Highway and Transporation Officials*). Sistem - sistem ini menggunakan sifat - sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas. Sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik.

2.9.1 Sistem Klasifikasi Unified

Pada sistem Unified, dapat dilihat pada **gambar 2.1** tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (pasir dan kerikil) jika lolos kurang dari 50 % saringan No. 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lempung/lanau) jika lolos lebih dari 50% saringan No. 200.

Gambar 2.1 Klasifikasi tanah sistem USCS (Hardiyatmo, 2017)

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% buhain tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar saringan no. 4 (4,75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir lebih dari 50% dari fraksi kasar saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 5% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlempung atau berlempung	
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlempung, lempung kutus ('lean clays')	
		OL	Lanau organik dan lempung berlempung organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dan lempung batas cair > 5%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatom, lanau elastis	
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Tanah dengan kadar organik tinggi	PT	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Klasifikasi berdasarkan persentase buhain halus: lempung dari 5% lolos saringan no. 200; GM - SW 50% Lempung dari 12% lolos saringan no. 200; G.C. S.M., S.C. 5% - 12% lolos saringan no. 200. Di dalam klasifikasi yang mempunyai simbol dibel.

Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lebih dari 50% pasir berbutir kasar. Batas Atterberg yang tertera dalam diagram yang dapat berarti bahwa klasifikasi menggunakan dua simbol.

Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lebih dari 50% pasir berbutir kasar. Batas Atterberg yang tertera dalam diagram yang dapat berarti bahwa klasifikasi menggunakan dua simbol.

(Sumber:Hardiyatmo,1996)

Symbol - symbol yang digunakan untuk peneglompokkan tanah menggunakan sistem klasifikasi USCS adalah:

- G = Kerikil (gravel)
- S = Pasir (sand)
- C = Lempung (clay)
- M = Lanau (silt) 15
- O = Lanau atau lempung organik (organic silt or clay)
- Pt = Tanah gambut dan tanah organik tinggi (peat and highly organic soil)
- W = Gradasi baik (well-graded)
- P = Gradasi buruk (poorly-graded)
- H = Plastisitas tinggi (high-plasticity)
- L = Plastisitas rendah (low-plasticity)

2.9.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Prosedur pengelompokkan dengan sistem ini memerlukan data - data seperti data analisis ukuran partikel, batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) dan proses pengerjaannya dari kiri ke kanan sampai didapat kelompok tanah yang tepat, dapat dilihat pada gambar 2.2.

Pastikan bahwa A-5, gambut dan rerongg diidentifikasi dengan klasifikasi visual dan tidak diperhatikan dalam tabel.

Klasifikasi akhir	Batuan-batuan (35% atau kurang melalui No. 200)						Batuan-batuan lempung (Lebih dari 35% melalui No. 200)				
	A-1		A-2	A-3		A-4	A-5	A-6	A-7		
Klasifikasi kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7			A-7.5	A-7.6
Analisis saringan: Terapan melalui No. 10 No. 40 No. 200	50 maks. 30 maks. 10 maks.	50 maks. 30 maks. 10 maks.	51 maks. 10 maks.	50 maks.	50 maks.	50 maks.	50 maks.	50 min.	50 min.	50 min.	50 min.
Karakteristik tanah (metode No. 40) Batas cair: Indeks plastisitas	0 maks.	0	N.P.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 11 min. 10 maks.	41 maks. 10 maks.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 10 min.	41 maks. 11 min.
Indeks kelompok	0	0	0	0	4 maks.	0	0	0 maks.	12 maks.	10 maks.	20 maks.
Jenis-jenis bahan pengikat utama	Magnesian batuan, karbit, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir batuan atau berlempung			Tanah batuan		Tanah berlempung		
tingkatannya sebagai tanah dasar	Sangat baik baik sampai baik						Sedang sampai buruk				

Untuk : A-7.5 : Ft LL = 30 NP = Non plastic
 Untuk : A-7.6 : Ft LL = 30

Gambar 2.2 Klasifikasi tanah sistem AASHTO (Hardiyatmo, 2017)

(Sumber: Braja M. Das, 1995).

Tanah dikelompokkan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Pengelompokkan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Tanah yang berbutir (granular soils) merupakan tanah yang 35% atau kurang lolos ayakan no. 200 sehingga dikelompokkan menjadi A-1, A-2 dan A-3.

2. Tanah lanau - lempung (silt-clay minerals) merupakan tanah yang lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan no. 200 dikelompokkan sebagai yaitu A-4, A5, A-6 dan A-7.

Beberapa kriteria penting yang harus diperhatikan adalah :

1. Ukuran butiran

Gravel : Bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan tertahan pada ayakan no.10 (2 mm)

Sand : fraksi tanah yang lolo ayakan no.10 dan yang tertahan ayakan no.200 (0.075 mm)

Silt dan clay : fraksi yang lolos saringan no.200

2. Plastisitas, nama berlanau (silty) digunakan pada fraksi halus dari tanah tersebut memiliki nilai IP sebesar 10 atau kurang, Sedangkan nama lempungan (clayey) dipakai bilamana bagian yang halus dari tanah memiliki indeks plastisitas 11 atau lebih.
3. Apabila terdapat batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu dan persentase batuan tersebut dicatat.

2.10 Pemadatan

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas/memukul/mengolah). Tanah yang dipakai untuk pembuatan tanah dasar pada jalan, tanggul / bendungan tanahnya harus dipadatkan, hal ini dilakukan untuk:

- a. Menaikan kekuatannya.
- b. Memperkecil daya rembesan airnya.
- c. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah tersebut.

Perhitungan berat volume basah tanah dan berat volume kering tanah diantaranya:

$$\text{Berat volume basah } Y_b = \frac{W_2 - W_1}{v} \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Berat volume kering } Y_d = \frac{Y_b}{1+w} \text{ gram/cm}^3$$

Dengan:

Y_d = Berat volume kering

Y_b = Berat volume basah tanah

W_{\square} = Berat silinder kosong (gram)

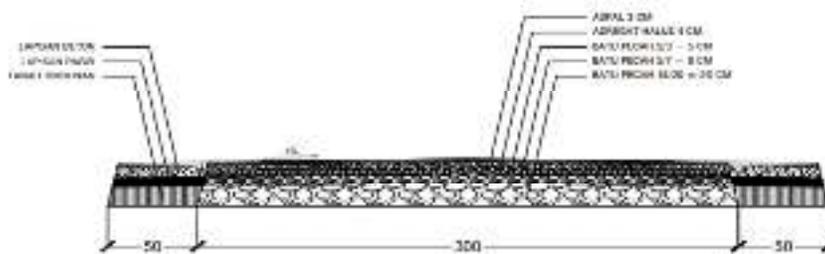
W_{\square} = Berat silinder isi tanah basah (gram)

V = Volume silinder (cm^3)

2.11 CBR (California Bearing Ratio)

CBR adalah sebuah perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar yang dilakukan dengan kedalaman serta kecepatan penetrasi yang juga sama. Pelaksanaan pengujian CBR ini diatur secara langsung di dalam SNI 1738-2011. Metode CBR ini adalah kombinasi dari percobaan pembebanan penetrasi, baik yang ada di lapangan atau di laboratorium.

Pengujian CBR ditujukan untuk menentukan nilai tanah yang telah dipadatkan ketika pengujian di kadar air tertentu. Pengujian ini bertujuan untuk memilih korelasi antara kadar air dengan menggunakan kepadatan tanah. Pada perencanaan jalan baru, tebal perkerasan bisa ditentukan dengan menggunakan nilai CBR yang telah dipadatkan. Berikut gambar melintang jalan raya.



Gambar 2.3 gambar melintang jalan.

Nilai CBR digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanah, terutama sebagai subbase atau base untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang. Perhitungan nilai CBR sama halnya dengan perhitungan kadar air serta berat volume kering pada uji pemadatan tanah. Perbedaannya terletak pada perhitungan penetrasi CBR laboratorium diantaranya:

$$\text{Penetrasi } 0,1''(2,5\text{mm})\text{CBR} = \frac{P1}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Penetrasi } 0,2''(2,5\text{mm})\text{CBR} = \frac{P2}{3 \times 1500} \times 100\%$$

Dengan:

$P1$ = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,1

$P2$ = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,2

Yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 pengelompokan tanah berdasarkan nilai CBR

Tabel 2.4 Pengelompokan tanah berdasarkan nilai CBR (Bowles, 1992)

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0-3	Sangat rendah	<i>Subgrade</i>
3-7	Rendah sampai sedang	<i>Subgrade</i>
7-20	Sedang	<i>Subbase</i>
20-50	Baik	<i>Base or subbase</i>
>50	Sangat baik	<i>Base</i>

(Sumber: Bowles, 1992)

Kondisi tanah dasarnya akan semakin baik, apabila jumlah nilai CBRnya pun semakin tinggi. Namun jika jumlah nilai CBR aslinya rendah maka konstruksi yang ada di jalanan pun akan menjadi lebih mudah rusak. Nilai CBR ini bisa dinaikkan atau ditingkatkan dengan melakukan pemadatan, tetapi di dalam pelaksanaannya akan mengacu pada nilai yang tertera pada kadar air secara optimum serta berat isi kering secara maksimum.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi pengambilan sampel Penelitian

Sampel tanah lempung yang diambil meliputi tanah lempung yang terganggu (*disturb soil*) yaitu tanah lempung yang telah terjamah atau sudah tidak alami lagi atau dengan kata lain tanah yang terganggu oleh lingkungan luar. Sampel tanah diambil di jalan Penara Kebun Tanjung Morawa Deli Serdang, dengan daerah perkebunan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.2 Lokasi pengambilan sampel pasir laut Pantai putra deli
(Sumber : Google maps)

3.2 Teknik pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dibagi menjadi 2, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengujian di Laboratorium. Data primer yang digunakan tercantum dalam Tabel 3.1 Sedangkan data sekunder adalah data pendukung dalam pengujian ini.

Table 3.1 Daftar benda uji Tanah asli dan campuran pasir laut.

JENIS DATA	SUMBER DATA	TIPE ANALISIS	KEGUNAAN
Data Primer	Pengujian di Laboratorium	Kadar Air	Mencari kadar Air awal untuk tanah asli dan tanah campuran pasir laut masing-masing 5%, 10%, 15% dan 20%
		Berat Jenis	Menentukan berat jenis tanah untuk tanah asli dan tanah campuran pasir laut 5%, 10% 15% dan 20%
		Analisa Saringan	Menganalisa gradasi butiran tanah untuk tanah asli.
		<i>Atterberg Limit</i>	Menentukan konsistensi tanah berdasarkan kadar air untuk tanah asli dan tanah campuran pasir laut masing-masing 5%, 10%, 15% dan 20%
		Pemadatan standart	Menentukan kadar air optimum yang diperlukan untuk memadatkan tanah (W_{opt}), berat volume basah optimum (γ_{dry}), dan prosentase pori (<i>porosity</i>) untuk tanah asli dan tanah campuran pasir laut masing-

			masing 5%, 10%, 15% dan 20%
		CBR	Mengetahui daya dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan lentur untuk tanah asli dan tanah campuran pasir laut masing-masing 5%, 10%, 15% dan 20%.

(Sumber: Analisa penulis, 2023)

3.3 Bahan Penelitian

1. Tanah lempung

Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel dalam Tugas Akhir ini yaitu Tanah lempung yang di ambil dari jalan Penara Kebun Tanjung Morawa Deli Serdang.

2. Pasir Laut

Pasir laut yang digunakan sebagai stabilisasi dalam penelitian ini di ambil dari Pantai Putra Deli Kecamatan Pantai Labu, Sumatra Utara.

3. Air

Air yang digunakan untuk penelitian ini di ambil dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.

3.4 Lokasi Pengujian

Dalam penelitian ini berlokasi di Laboratorium Mekanika tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan, Labobaratorium Mekanika Tanah Universitas Katolik Santo Thomas Medan dan Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Medan.

3.5 Prosedur Penelitian

1. Kadar Air

Pengujian ini prosentase berat air suatu tanah terhadap berat tanah keringnya dinyatakan dalam persen. Alat yang digunakan yaitu :

- a. Cawan
- b. Neraca dan timbangan
- c. Oven

Proses Pelaksanaan Pengujian kadar Air sebagai berikut.

- a. Cawan Aluminium kosong ditimbang beratnya.
- b. Ambil sampel secukupnya, letakkan dalam cawan kemudian timbang beratnya. Berat cawan+ sampel tanah basah = b gram
- c. Masukkan kedalam oven selama 24 jam
- d. Dimasukkan kedalam exicator
- e. Setelah suhu dingin kemudian di timbang kembali bersama cawannya (cawan + tanah kering).
- f. Maka kadar air di hitung dengan rumus.

2. Berat Jenis Tanah (Gs)

Pengujian berat jenis tanah atau specific gravity (Gs) adalah perbandingan antara berat tanah tertentu dengan berat air pada suhu tertentu dan volume yang sama. Alat yang dipergunakan.

- a. Piknometer,dapat dilihat pada gambar 3.3
- b. Neraca
- c. Thermometer
- d. Oven
- e. Air



Gambar 3.3 Gambar Piknometer
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Proses pelaksanaan pengujian berat jenis tanah adalah sebagai berikut:

1. Mencari harga piknometer

- a. Piknometer kosong ditimbang, misalkan = a gram
- b. Piknometer diisi air hingga penuh kemudian ditimbang lagi, misalkan = b gram
- d. Piknometer diukur suhunya dengan thermometer, misalkan T_1 °C. Harga air piknometer = $(b-c) t_1$; dimana t_1 = koreksi T_1

2. Mencari specific gravity (Gs)

- a. Sambil kering secukupnya diambil, kemudian dimasukkan kedalam pikno diatas yang telah bersih dan kering lalu ditimbang, misalkan= c gram (berat sampel = 20-25 gram)
- b. Piknometer dan sampel tersebut diisi aquades hingga dibawah leher piknometer kemudian diketuk-ketuk hingga gelembung udara tidak ada, lalu diamkan selama 24 Jam.
- c. Setelah 24 jam, Piknometer tersebut ditambahkan aquades lagi hingga penuh dan ditimbang lagi, misalkan = d gram.
- d. Selanjutnya diukur temperaturnya dengan termometer.

Maka specific gravity (Gs) dicari dengan rumus.

3. Analisa Saringan

1. Grain size

Pengujian ini bertujuan untuk mengklasifikasi tanah atau untuk menentukan ukuran butir-butir tanahnya, yang dapat dilihat pada gambar 3.4.

Alat-alat yang dipergunakan sebagai berikut:

- a. Saringan

- b. Penggetar
- c. Neraca
- d. Cawan
- e. Oven

Proses pelaksanaan pengujian grain size adalah sebagai berikut:

- a. Ambil sampel kering secukupnya lalu ditimbang
- b. Sampel diletakkan pada cawan besar, diisi air lalu direndam selama 24 jam.
- c. Selanjutnya cuci dalam saringan no 200 dan lumpurnya ditempatkan pada wadah yang terpisah.
- d. Sampel yang sudah bersih kemudian ditimbang.
- e. Siapkan beberapa saringan dan alat penggetar.



Gambar 3.4 Gambar melakukan Analisa saringan
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- f. Sampel yang telah selesai ditimbang diletakkan pada saringan teratas kemudian digetarkan selama 10 menit.
- g. Masing-masing sampel yang tertinggal pada saringan ditaroh dalam cawan aluminium lalu ditimbang.

Cara penggambaran dan perhitungan.

- a. Berat sampel mula-mula = a gram. Berat sampel yang telah dicuci = b gram. Berat lumpur = berat sampel yang lolos dari saringan no 200 = a-b

- b. Total berat tanah yang tertinggal di saringan Ø 4,76 mm s/d Ø 0.074 mm = c gram
- c. Kadar lumpur = $\frac{(a-b)+a}{a} \times 100\%$ Dengan a= berat tanah yang tertinggal dalam alas saringan.
- d. Presentase tanah yang tertinggal dapat dihitung berdasarkan persamaan.
- e. Perhitungan persen tanah tertinggal= jumlah presentase tanah di atasnya

2. *Hydrometer Analytis*

Pengujian bertujuan menentukan butiran tanah dengan saringan diameter Ø 0,074mm (No.200) dengan menggunakan alat hidrometer.

Alat yang di pergunakan sebagai berikut:

- a. hydrometer dapat dilihat pada gambar 3.5
- b. Gelas ukur
- c. Cawan dan Penumbuk
- d. Stopwatch
- e. Oven



Gambar 3.5 Gambar Gelas ukur Hidrometer
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Proses pengujian hidrometer adalah sebagai berikut.

- a. Sampel tanah yang lolos 0.074 mm di oven selama 24 Jam kemudian di timbang.
- b. Sampel di rendam dalam botol selama 24 Jam

- c. Sampel dimasukkan dalam gelas ukur dan di tambah air hingga 1000cc
- d. Gelas ukur di kocok-kocok hingga sampel dan air bercampur homogen.
- e. Masukkan hidrometer ke dalam gelas, stopwatch dihidupkan pembacaan 0 detik dilakukan pada waktu hydrometer mulai stabil.
- f. Pembacaan dilakukan pada detik ke 0, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, 1, 2, 5 Menit dan seterusnya.

Keterangan :

Alat hydrometer semakin lama akan turun, hal ini menunjukkan jika lumpur semakin mengendap. Pada pembacaan strip-strip hydrometer terkadang terdapat pelengkungan air pada hydrometer sehingga akan mengaburkan pembacaan. Bila hal ini terjadi, maka 15 detik sebelum pembacaan gelas ukur diketok-ketok perlahan agar pelengkungan air di sekitar hydrometer turun dsan dapat dibaca. Apabila masih terjadi pelengkungan air, maka kita ambil pembacanya pada tangan antar puncak air datar.

4. Atterberg limits (Batas-batas Konsistensi)

a. Liquit Limit (Batas Cair)

Pada uji ini bertujuan untuk menentukan kadar air pada batas antara keadaan cair dan dalam keadaan plastis yang dapat dilihat pada gambar 3.6

Alat-alat yang perlukan antara lain :

- a. Cassagrande
- b. Saringan No 40 mm
- c. Cawan
- d. Mangkok/ Cawan besar
- e. Neraca
- f. Oven



Gambar 3.6 Gambar saat melakukan Tes Cassagrande
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Proses pelaksanaan pengujian liquid limit ini adalah sebagai berikut:

- a. Ambil sampel tanah secukupnya, lalu dioven selama 24 jam. Setelah itu sampel tanah ditumbuk dan diayak dengan saringan no 40.
- b. Ambil sebagian sampel, lalu dicampurkan dengan aquades di dalam mangkok.
- c. Aduk-aduk dengan colet hingga campuran merata.
- d. Setelah tercampur rata masukkan sampel ke cassagrande yang sudah disetel dengan tinggi jatuh 1 cm.
- e. Sampel yang sudah diletakkan di cassagrande diratakan, lalu bagian tengahnya digaris dengan colet hingga terbelah menjadi dua bagian.
- f. Engkol pemutar diputar dengan perkiraan kecepatan dua putaran tiap detik.
- g. Pemutaran berhenti ketika tanah menutup sepanjang kira-kira 2 cm.
- h. Percobaan dilakukan sebanyak 4 kali dengan kadar aquades yang berbeda-beda dan diperkirakan sampel tanah akan menutup sepanjang 2 cm dibawah 25 kali ketukan (sebanyak 2 sampel) dan diatas 25 kali (sebanyak 2 sampel). Pada tiap percobaan, diambil sampel tanah secukupnya untuk menentukan kadar airnya.

Cara menggambar grafik pada percobaan liquid limit sebagai berikut.

- a. Dari hasil tadi dibuat grafik dengan sumbu absisnya adalah jumlah ketukan dan sumbu ordinatnya adalah prosentase kadar air.

- b. Keempat titik percobaan dihubungkan menggunakan garis lurus sehingga memotong sumbu tegak pada ketukan ke-25.
- c. Titik potongan pukulan ke-25 dan garis lurus ditarik mendatar dan menemukan prosentase kadar air.
- d. Titik kadar air itu adalah batas cair tanah tersebut.

b. Plastic Limit (Batas Plastis)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas plastis. Yaitu kadar air minimum dari suatu sampel tanah, dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis. Alat yang dipergunakan dalam pengujian ini sebagai berikut:

- a. Saringan No. 40 mm
- b. Mangkok
- c. Cawan
- d. Lempeng kaca
- e. Neraca
- f. Oven
- g. Pendingin

Proses pelaksanaan pengujian batas plastis ini adalah sebagai berikut:

- a. Ambil sampel tanah secukupnya, lalu dioven selama 24 jam. Setelah itu sampel tanah ditumbuk dan diayak dengan saringan No. 40 (\varnothing 0,425 mm).
- b. Sampel tanah diambil sebagian dan diletakkan ke dalam mangkok dan diberi air, lalu dicampur hingga rata.
- c. Setelah tercampur rata sampel tersebut dipilin di atas lempeng kaca sehingga berbentuk bulatan panjang sampai akan putus dengan diameter 3 mm
- d. Jika batas tersebut telah tercapai, maka sampel tanah di ambil dan terus ditimbang antara 5-10 gram untuk kadar airnya.

5. Pematatan

Pengujian ini bertujuan menentukan kadar air yang digunakan sebagai pematatan tanah (W_{opt}), berat volume basah maksimum (y_{basah}), berat volume kering maksimum (y_{kering}), dan presentasi pori atau porosity, yang dapat dilihat pada gambar 3.7

Alat yang dipergunakan sebagai berikut:

- a. Perangkat proktor beserta penumbuknya
- b. Jangka sorong
- c. Pisau perata
- d. Timbangan berat
- e. Neraca
- f. Cawan
- g. Oven
- h. Gelas ukur
- i. Saringan No. 4 (\emptyset 4,76 mm)



Gambar 3.7 Gambar saat melakukan pengujian pemadatan
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Proses pelaksanaan pengujian proktor adalah sebagai berikut :

- a. Tanah lempung yang akan diuji dikeringkan terlebih dahulu sebelum dilakukan uji pemadatan.
- b. Alat proktor dilepas dan masing-masing ditimbang, diukur diameternya, dan tingginya. Begitu juga dengan penumbuknya diukur tinggi dan beratnya.
- c. Ambil sampel tanah kering dan diayak menggunakan saringan no 4. (\emptyset 4.76mm), lalu membagikan tanah menjadi 5 bagian masing-masing 2 kg.
- d. Ambil sampel sebagian, lalu campurkan dengan air hingga tercampur rata kemudian dibagi menjadi 5 bagian yang sama.

- e. Tiap-tiap bagian dimasukkan ke dalam alat mold dan ditumbuk sebanyak 25 kali. Berturut-turut pada bagian 2 dan 3.
- f. Cincin mold atau bagian atas dilepas perlahan dan tanah dalam tabung diratakan dengan pisau perata, lalu tanah beserta mold ditimbang.
- g. Ambil sebagian kecil tanah dalam tabung (pada bagian atas dan bawah tabung) untuk dicari kadar airnya.
- h. Percobaan untuk sampel tanah yang berikutnya dengan cara yang sama dan dengan jumlah penambahan air yang berbeda sampai batas maksimum (akan menghasilkan berat maksimum)
- i. G_s didapatkan dari percobaan berat jenis tanah (*Specific Gravity*).
- j. Menghitung kadar air (w) Berat volume basah (y_b), berat volume kering (y_k), n,c dan ZAV
- k. Grafik digambar dengan absis kadar air (w) dan ordinatnya (y_b, y_k, ZAV)

6. California Bearing Ratio (CBR)

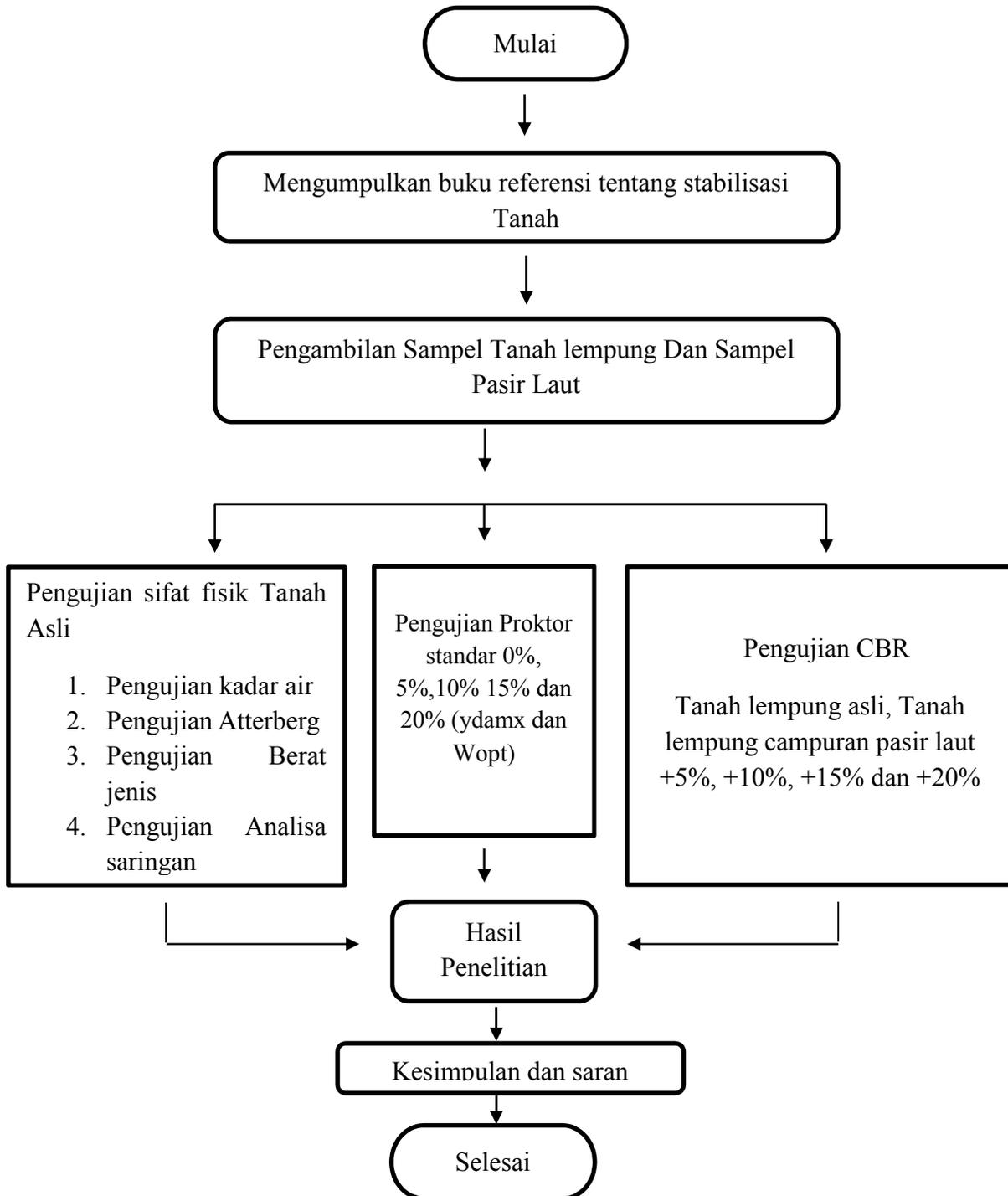
Uji ini bertujuan untuk kuat daya dukung tanah dalam kepadatan maksimum, proses pelaksanaan pengujian konsolidasi ini adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang dan mengukur tinggi serta diameter pada ring sampel.
- b. Menimbang berat bagian bawah dan landasan silinder.
- c. Tuang sampel tanah yang sudah di tentukan masing-masing dengan campurannya.
- d. Tambahkan air sesuai dengan kadar pada uji pemadatan standar sebelumnya, campur sampai homogen. Bagi menjadi 5 bagian sama rata.
- e. Masukkan masing-masing bagian dalam ring dan tumbuk 25 kali secara merata di setiap bagian.
- f. Cincin bagian atas dilepas dan ratakan, setelah itu timbang
- g. Letakkan landasan diatas permukaan benda uji, kemudian atur torak penetrasi pada permukaan benda uji. Pembebanan permulaan ini untuk menjamin barang sentuh yang akurat antara torak dan permukaan benda uji.
- h. Atur torak penetrasi hingga arloji penunjuk penetrasi menunjukkan angka nol.
- i. Pembebanan dilakukan dengan memutar engkol secara konsisten dengan kecepatan 1,27 mm/menit, sehingga torak turun secara konsisten.

- j. Pembacaan arloji pembebanan dilakukan pada bacaan dial 32, 62, 125, 187, 258, 375, 500, 750, dan 1000
- k. Percobaan tersebut adalah percobaan unsaked, untuk percobaan soaked rendam tanah selama 4 hari lalu lakukan percobaan seperti yang dijelaskan diatas.
- i. Setelah pembacaan selesai, ambil sebagian tanah untuk melakukan pemeriksaan kadar air.

3.6 Diagram alir penelitian

Berikut ini adalah bagan penelitian yang menjadi tahapan yang akan dilakukan dalam penyelesaian pengujian Tugas akhir, yang dapat dilihat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Bagan Alir Penelitian
(Sumber: Analisa penulis, 2023)

