

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Landangkasiang dkk (2020) melakukan penelitian tentang Analisis Geoteknik Tanah Lempung terhadap Penambahan Limbah *Gypsum*. Pada penelitian ini digunakan limbah gypsum sebagai bahan stabilisasi, yaitu dengan melakukan penambahan limbah *gypsum* dengan variasi campuran 5%, 10%, 15%, dan 20% gypsum terhadap berat contoh tanah. Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR di kondisi tanah asli sebesar 1,52% dan terus mengalami peningkatan hingga pada campuran 10% sebesar 3.05%. Pada campuran 15% kembali turun menjadi 2.38% dan pada campuran 20% menjadi 1.91%. Nilai tegangan geser pada kondisi tanah asli sebesar 3.152 t/m<sup>2</sup> dan terus mengalami peningkatan hingga pada campuran 15% sebesar 6.174 t/m<sup>2</sup> kemudian kembali turun pada campuran 20% menjadi 5.088 t/m<sup>2</sup>. Dapat disimpulkan bahwa nilai CBR maksimum terjadi pada sampel tanah yang dicampur dengan limbah gypsum dengan kadar campuran 10%, sedangkan untuk nilai tegangan geser maksimum berada pada kadar campuran 15%.

Penelitian yang dilakukan oleh Kusuma dkk (2018) tentang Stabilisasi Tanah Lempung Lunak dengan memanfaatkan Limbah *Gypsum* dan Pengaruhnya terhadap Nilai CBR menggunakan empat variasi campuran *gypsum*, yaitu dengan kadar campuran sebesar 0%, 3%, 6% dan 10%. Hasil penelitian menunjukkan tanah yang di stabilisasi dengan campuran *gypsum* menunjukkan adanya kenaikan nilai CBR, peningkatan nilai batas plastis, kenaikan nilai berat jenis, penurunan nilai batas cair dan penurunan nilai IP. Nilai CBR tanah asli sebesar 37.352% dan terus meningkat, peningkatan tertinggi pada pencampuran *gypsum* sebanyak 10% dengan pemeraman selama 3 hari sebesar 57.876%. Persentase kenaikan nilai CBR sebesar 35.46% dari tanah asli. Penurunan nilai PI terbesar pada variasi campuran *gypsum* 10% dengan nilai 10.10% membaik dibandingkan dengan tanah asli sebesar 27.95%.

Penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan bubuk arang kayu dilakukan juga oleh Aji (2016) dengan judul penelitian Tinjauan Kuat Geser Tanah Lempung

Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen Yang Distabilisasi Dengan Bubuk Arang Kayu. Pada pengujian kepadatan, semakin banyak persentase campuran arang dan semakin lama perawatan membuat berat volume kering menjadi turun sedangkan kadar air optimum mengalami peningkatan. Uji DST menunjukkan bahwa persentase 5% bubuk arang kayu kohesi cenderung turun tetapi pada persentase 7,5% nilai kohesi mengalami kenaikan. Sudut gesek dalam tanah campuran cenderung naik pada persentase 5% bubuk arang kayu sedangkan pada persentase 7,5% bubuk arang kayu sudut gesek dalam mengalami penurunan. Nilai kohesi terkecil sebesar 0,548 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan sudut gesek dalam terbesar 21,400 pada persentase 7,5% bubuk arang kayu dengan perawatan 0 hari. Tegangan normal dan tegangan geser tanah campuran lebih rendah dari tanah asli. Tegangan normal terbesar diperoleh 3,858 kg/cm<sup>2</sup> pada tanah asli, tegangan normal terkecil 3,215 kg/cm<sup>2</sup> pada persentase 7,5% bubuk arang kayu dengan perawatan 3 hari. Tegangan geser terbesar 1,353 kg/cm<sup>2</sup> pada tanah asli, tegangan geser terkecil terdapat pada 7,5% bubuk arang kayu dengan perawatan 3 hari sebesar 1,127 kg/cm<sup>2</sup>.

Menurut Sengeoris (2016) dalam penelitiannya tentang Pemanfaatan Bubuk Arang Kayu sebagai Bahan Stabilisasi terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung Sukodono. Hasil uji kepadatan tanah (*Standard Proctor*) dengan bertambahnya persentase campuran dan lamanya perawatan nilai berat volume kering maksimum mengalami penurunan sedangkan nilai kadar air optimum mengalami kenaikan. Nilai berat volume kering maksimum terkecil dan kadar air optimum terbesar terdapat pada tanah persentase campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 1,213 gr/cm<sup>3</sup> dan 33,10%. Sedangkan nilai berat volume kering maksimum terbesar terdapat pada tanah asli sebesar 1,265 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil uji CBR menunjukkan kenaikan seiring bertambahnya persentase campuran dan lama perawatan. Nilai CBR terbesar terdapat pada tanah campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 27% sedangkan nilai CBR terkecil sebesar 12% pada tanah campuran 5% dengan lama perawatan 0 hari.

Penelitian tentang Karaseran dkk (2015) dengan Penelitian tentang Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung terhadap Konsolidasi Sekunder pada Lempung Ekspansif. Pengujian ini dengan membandingkan pengaruh bahan

campuran arang tempurung terhadap parameter-parameter konsolidasi dilakukan pengujian dengan presentasi 0%, 4%, 6%, 8% dan 10% arang dari berat kering udara lempung. Dari hasil uji pemadatan dengan proctor standart didapatkan nilai  $\gamma_{dmax} = 1,202 \text{ kg/cm}^3$  dan  $\omega_{opt} = 41,19\%$ . Penambahan arang tempurung dengan variasi 4%, 6%, 8%, dan 10% telah meningkatkan  $\gamma_{dmax}$  masing-masing menjadi  $1,222 \text{ kg/cm}^3$ ,  $1,236 \text{ kg/cm}^3$ ,  $1,256 \text{ kg/cm}^3$ , dan  $1,257 \text{ kg/cm}^3$  dengan  $\omega_{opt}$  sebesar 39%, 38,7%, 37,8%, dan 37,4%. Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium, akibat penambahan kadar arang tempurung 4%, 6%, 8% dan 10% pada tanah, nilai parameter konsolidasi;  $C_c$ ,  $C_r$ , dan  $C_a$  berkurang sedangkan nilai  $C_v$  bertambah.

Menurut Sutejo dkk (2015) Penelitian tentang Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Gypsum terhadap Tanah Lempung Lunak berdasarkan Pengujian CBR. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan dengan variasi masing-masing 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai CBR pada tanah lempung lunak dengan masa perawatan 3, 7, dan 14 hari. Pengujian CBR laboratorium yang dilakukan yaitu uji CBR tanpa rendaman/*unsoaked* dengan nilai penetrasi 0,1". Dari hasil analisis didapatkan penambahan abu tandan sawit dan gypsum dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah lempung lunak. Persentase campuran yang dapat meningkatkan nilai CBR paling maksimal ada pada persentase 7,5% abu tandan sawit dan 10% gypsum dengan peningkatan sebesar 126,88% pada masa perawatan 7 hari dengan nilai CBR sebesar 3,63%

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Tanah**

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang antara partikel dapat berisi air, udara, ataupun keduanya. (Hardiyatmo, 2002)

Sedangkan menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

1. Berangkal (*boulders*) ialah potongan batuan besar yang biasanya berukuran antara 250 sampai 300 mm. Untuk potongan yang berukuran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal.
2. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 sampai 150mm.
3. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.
4. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
5. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

### **2.2.2 Klasifikasi Tanah**

Darwis (2018) memaparkan klasifikasi tanah merupakan sebuah subjek yang dinamis yang mempelajari struktur dari sistem klasifikasi tanah, definisi dari kelas-kelas yang digunakan untuk penggolongan tanah, kriteria yang menentukan penggolongan tanah, hingga penerapannya di lapangan. Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

Ada dua sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan yaitu *Unified Soil Classification System* dan *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)*. Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan batas plastisitas. Klasifikasi tanah dari *Sistem Unified* mula pertama diusulkan oleh Casagrande 1942 (dalam Hardiyatmo 2002).

Menurut Hardiyatmo (2002) *Sistem Unified* mengklasifikasikan tanah ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan No.200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan No.200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok

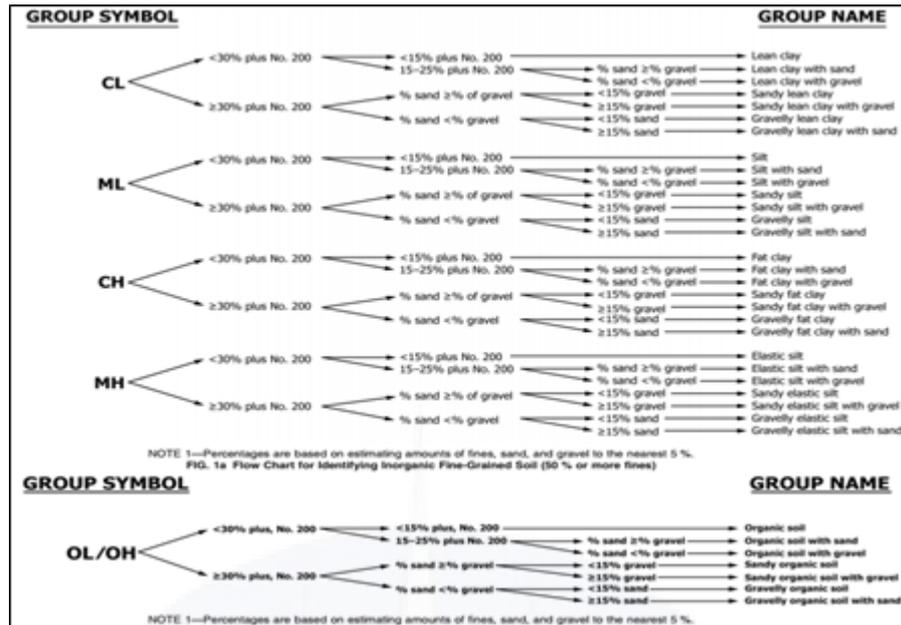
dan subkelompok yang dapat dilihat dalam Tabel 2.1. Simbol-simbol yang digunakan tersebut adalah:

- G = kerikil (*gravel*)
- S = pasir (*sand*)
- C = lempung (*clay*)
- M = lanau (*silt*)
- O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)
- Pt = tanah gambut dan 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*)

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi Unified Soil Classification System

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium		
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih (lebih dari 0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar lempungan no. 4 (4,75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ , $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk GW	
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_L > 7$ Jika batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
	Pasir lebih dari 50% dari fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ , $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW	
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_L > 7$ Jika batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung		
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih (lebih dari 0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas:                      Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol</p>
			CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")	
OL			Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
Lanau dan lempung batas cair > 50%		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, 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	P <sub>t</sub>	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

Sumber : Hardiyatmo, 2012



Sumber : ASTM D-2488

Gambar 2.1. Identifikasi tanah ASTM D-2488

### 2.2.3 Tanah Lempung

Lempung (*clays*) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay mineral*) dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Das, 1995).

Menurut Terzaghi dan Ralph (1987) lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan sub mikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas.

Adapun menurut Hardiyatmo (2002) mineral lempung merupakan pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung menurut Hardiyatmo (2002) adalah sebagai berikut :

1. Ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Bersifat sangat kohesif
4. Kadar kembang susut yang tinggi
5. Proses konsolidasi lambat

Tanah Lempung mempunyai beberapa jenis Das (1995) sebagai berikut :

1. Tanah Lempung Berlanau

Lanau merupakan tanah atau butiran-butiran yang menyusun tanah/batuan yang memiliki ukuran antara pasir dan lempung. Sebagian besar lanau tersusun dari butiran-butiran yang sangat halus dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika. Tanah lanau memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Ukuran butiran yang cukup halus, antara 0,002 sampai 0,05 mm
- b. Memiliki sifat kohesif
- c. Kenaikan air kapiler yang cukup tinggi, antara 0,76 sampai 7,6 m
- d. Permeabilitasnya rendah
- e. Potensi kembang susut rendah sampai dengan sedang
- f. Proses penurunan lambat

Lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung. Indeks plastisitas dari tanah lempung berlanau sebesar 7 sampai 17 (plastisitas sedang) dan bersifat kohesif.

2. Tanah Lempung Plastisitas Rendah

Plastisitas merupakan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak/remuk. Sifat dari plastisitas tanah lempung sangat dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang berada didalamnya dan juga disebabkan adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Sifat dari plastisitas tanah lempung sangat dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang berada didalamnya. Tanah dibedakan menjadi 4 (empat) keadaan dasar yaitu padat, semi padat, plastis, dan cair. Lempung plastisitas rendah memiliki nilai indeks plastisitas (PI) <7% dan memiliki sifat kohesi sebagian yang disebabkan oleh mineral yang terkandung didalamnya. Dalam sistem klasifikasi unified (Das,1993) tanah lempung plastisitas rendah memiliki simbol kelompok CL yaitu tanah berbutir halus 50% atau lebih, lolos ayakan No. 200 dan memiliki batas cair (LL)  $\leq 50\%$ .

### 3. Tanah Lempung Berpasir

Pasir merupakan partikel penyusun tanah yang sebagian besar terdiri dari mineral quartz dan feldspar. Sifat-sifat yang dimiliki tanah pasir adalah sebagai berikut Das (1995).

- a. Memiliki variasi butiran antara 2 mm sampai 0,075 mm
- b. Memiliki sifat non kohesif
- c. Kenaikan air kapiler pada tanah rendah, berkisar antara 0,12-1,2 m
- d. Memiliki nilai koefisien permeabilitas antara 1 – 0,001 cm/detik
- e. Proses penurunan sedang sampai cepat

Analisis ukuran butiran, distribusi ukuran butiran, serta batas konsistensi tanah menentukan klasifikasi tanah tersebut. Perubahan klasifikasi utama dengan penambahan ataupun pengurangan persentase yang lolos saringan no. 4 atau no. 200 adalah alasan diperlukannya mengikut sertakan deskripsi verbal beserta simbol-simbolnya, seperti pasir berlempung, lempung berlanau, lempung berpasir dan sebagainya. Pada tanah lempung berpasir persentase didominasi oleh partikel lempung dan pasir walaupun terkadang juga terdapat sedikit kandungan kerikil ataupun lanau. Identifikasi tanah lempung berpasir dapat ditinjau dari ukuran butiran, distribusi ukuran butiran dan observasi secara visual, sedangkan untuk batas konsistensi tanah digunakan sebagai data pendukung identifikasi karena batas konsistensi tanah lempung berpasir disuatu daerah dengan daerah lainnya akan berbeda tergantung jenis dan jumlah mineral lempung yang terkandung didalamnya.

Tanah yang masuk klasifikasi tanah lempung ialah apabila butiran kecil yang berukuran 0,002 mm yang terkandung pada tanah tersebut berjumlah lebih dari 50% dan sisanya mengandung butiran yang berukuran 2 sampai 0,075 mm. Pada sistem klasifikasi *Unified* (ASTMD 2487-66T) tanah lempung berpasir digolongkan pada tanah dengan simbol CL yang artinya tanah lempung berpasir memiliki sifat kohesi sebagian karena nilai plastisitasnya rendah ( $PI < 7$ ). Untuk tanah urugan dan tanah pondasi, sistem klasifikasi *Unified*, mengklasifikasikan tanah lempung berpasir sebagai berikut Sosrodarsono dan Nakazawa (2000).

- a. Cocok sebagai inti serta selimut yang kedap air karena stabil
- b. Mempunyai koefisien permeabilitas
- c. Untuk pemadatan di lapangan lebih efektif menggunakan penggilas kaki domba dan penggilas yang memiliki tekanan
- d. Berat volume kering 1,52 sampai 1,92 t/m<sup>3</sup>
- e. Daya dukung tanah baik sampai buruk.

#### **2.2.4 Stabilisasi Tanah**

Stabilisasi tanah adalah proses pencampuran tanah lain untuk memperoleh gradasi yang digunakan atau pencampuran tanah dengan bahan-bahan tambah buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik (Hardiyatmo, 2002). Menurut Panguriseng (2001) stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung suatu lapisan tanah, dengan cara memberikan perlakuan (*treatment*) khusus terhadap lapisan tanah tersebut.

Stabilisasi tanah pada prinsipnya adalah untuk perbaikan mutu tanah yang kurang baik. Stabilisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu (Ingles dan Metcalfn, 1972):

1. Cara Mekanis Perbaikan tanah dengan menggunakan cara mekanis yaitu perbaikan tanah tanpa penambahan bahan-bahan lainnya. Stabilisasi mekanis biasanya dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas, penumbuk, peledak, tekanan statis dan sebagainya. Tujuan stabilisasi ini adalah untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik dengan cara mengurangi volume pori sehingga menghasilkan kepadatan tanah yang maksimum. Metode ini biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar dengan fraksi tanah yang lolos saringan nomor 200 ASTM paling banyak 25%.
2. Cara Fisik Perbaikan tanah dengan cara fisik yaitu dengan memanfaatkan perubahan-perubahan fisik yang terjadi seperti hidrasi, absorpsi/penyerapan air, pemanasan, pendinginan dan menggunakan arus listrik.
3. Cara Kimiawi Perbaikan tanah dengan cara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Metode stabilisasi ini biasanya digunakan untuk tanah berbutir halus.

### 2.2.5 Serbuk Arang Kayu

Serbuk arang merupakan hasil dari pembakaran zat organik seperti kayu dan tempurung kelapa, arang memiliki sifat menghisap yang besar untuk gas, uap, zat warna dan sebagainya. Dengan sifat-sifat seperti itu maka diharapkan arang dapat mengurangi pengembangan lempung (Budiyanto dan Syahputra, 2005).

Menurut Lope dkk (2019) Arang kayu adalah arang yang terbuat dari bahan dasar kayu. Arang kayu paling banyak digunakan untuk keperluan memasak. Sedangkan penggunaan arang kayu lainnya adalah sebagai penjernih air, penggunaan dalam bidang kesehatan dan masih banyak lagi. Bahan kayu yang digunakan adalah kayu yang masih sehat atau belum mengalami proses pembusukan.

Secara general serbuk didefinisikan sebagai partikel-partikel yang halus dan merupakan hasil pengecilan ukuran partikel dari suatu material kering. Serbuk memiliki derajat kehalusan yang beragam. Derajat kehalusan ini dinyatakan dengan nomor saringan atau ayakan. Saringan dan derajat kehalusan serbuk ditunjukkan dalam uraian yang berkaitan dengan nomor saringan pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Derajat Kehalusan Serbuk Pada Nomor Saringan

Kategori Serbuk	Nomor Saringan	Nomor Saringan
	Terendah	Tertinggi
Sangat kasar	5	8
Kasar	10	40
Cukup kasar	22	60
Cukup halus	44	85
Halus	85	-
Sangat halus	120	-
Sangat halus sekali	200	300

Sumber: Wigesudirman, 2015

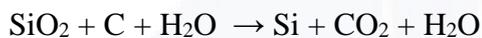
Adapun kandungan yang terdapat serbuk arang kayu yaitu Arang yang hitam, ringan, mudah hancur dan menyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon (C), sisanya adalah abu dan bahan kimia lainnya. Hasil uji kandungan unsur kimia bubuk arang kayu menurut Aji (2016) didapatkan hasil :

Tabel 2.3 Hasil uji unsur kimia arang kayu

No.	Unsur Kimia	Hasil Pengujian (%)
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,63
2	CaO	0,35
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,93
4	MgO	0,3
5	SiO <sub>2</sub>	11,27
6	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11
7	C	19,53

Sumber:Aji, 2016

Gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) akan terbentuk dari reaksi pencampuran dua unsur terbesar dari tanah dan serbuk arang kayu. Dua unsur tersebut secara berturut-turut adalah Si dan C.



Pada reaksi tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah dapat bereaksi dengan bubuk arang kayu, karena pada saat berlangsungnya proses reaksi kimia tersebut menghasilkan gas atau senyawa baru dari ketiga unsur yang direaksikan tersebut.

### 2.2.6 Limbah Gypsum

Limbah *gypsum* merupakan sisa hasil dari industri pembuatan profil gypsum yang digunakan sebagai hiasan bangunan. *Gypsum* adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineral nya Kusuma dkk (2018)

Menurut Kusuma dkk (2018) Jenis *gypsum* yang sering digunakan adalah jenis gypsum Aplus. *Gypsum* ini dapat digunakan untuk palmer, bermanfaat untuk memperbaiki permukaan tembok yang retak, kurang rata, kasar dan berlubang kecil. Ada beberapa jenis *gypsum* yang bisa digunakan sebagai bahan tambah untuk stabilisasi namun *gypsum* Aplus ini cocok digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah mengingat kandungan kalsium yang tinggi pada gypsum ini mampu bereaksi secara maksimal dengan kandungan mineral dalam tanah.

Adapun kandungan yang terdapat limbah *gypsum* yaitu *gypsum* adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. *Gypsum* yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O). *Gypsum* sebagai perekat mineral mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan dengan perekat organik karena tidak menimbulkan

pencemaran udara, murah, tahan api, tahan deteriorasi oleh factor biologis dan tahan terhadap zat kimia (Landangkasiang dkk, 2020). Berikut komposisi kimia gypsum menurut Kusuma dkk (2018) di tabel 2.4 sebagai berikut :

Tabel 2.4. Komposisi Kimia *Gypsum*

Komposisi Kimia <i>Gypsum</i>	Jumlah (%)
Kalsium oksida (Cao)	32,57
Kalsium (Ca)	23,28
Air (H <sub>2</sub> O)	20,93
Hidrogen (H)	2,34
Sulfur (S)	18,63

Sumber:Salon Sinaga, 2009

### 2.2.7 Kadar Air

Tanah terdiri dari tiga unsur yaitu butiran tanah atau partikel padat (*solid*), air (*water*), dan udara (air atau *gas*). Kandungan air dan udara yang terdapat di dalam tanah menempati rongga (*void*) yang terdapat di antara butiran, yang disebut pori tanah. Bila volume pori di dalam tanah dipenuhi oleh air, maka tanah dinyatakan dalam kondisi jenuh. Sebaliknya bila di dalam pori tanah tidak berisi air sama sekali, maka tanah dalam kondisi kering.

Besarnya volume air yang terkandung di dalam pori tanah dibanding dengan volume pori tanah yang ditempati oleh air dan udara disebut derajat kejenuhan (*degree of saturation*).

Menurut Das (1995) kadar air yang juga disebut sebagai *water content* diartikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki. Pengujian ini dilaksanakan untuk mendapatkan nilai kadar air asli di lapangan serta kadar air sampel tanah yang terganggu. Tahapan-tahapan pemeriksaan kadar air terdapat di dalam SNI 1965-2008.

Persamaan yang dipakai dalam perhitungan kadar air adalah sebagai berikut:

$$W = W_w/W_s \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

w = Kadar Air (%)

Ww = Berat Air (gr)

Ws = Berat Butiran Padat (gr)

### 2.2.8 Analisis Saringan

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirannya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanahnya. Oleh karena itu, analisis butiran ini merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis ukuran butiran adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu.

Analisis saringan dilakukan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tahapan-tahapan dalam pengujian analisis saringan butiran tanah sesuai dengan SNI 3423:2008.

Analisa saringan adalah pengujian yang dilaksanakan untuk mengklasifikasi gradasi ukuran butir (distribusi ukuran butir). Analisis saringan dilaksanakan dengan cara menggetarkan sampel tanah kering melalui satu set saringan sesuai dengan ukuran saringan dimana sampel tanah melewati lubang-lubang saringan yang semakin kecil secara berurutan (Wesley, 2012).

Distribusi ukuran butiran pada tanah yang butirannya kasar dapat ditentukan dengan melakukan proses penyaringan. Proses penyaringan dilakukan dengan cara melakukan penyaringan pada tanah benda uji melewati satu unit saringan standar. Berat tanah yang tinggal pada setiap nomor saringan kemudian ditimbang. Setelah melakukan penimbangan, dihitung persentase terhadap berat keseluruhan tanah sebelum disaring (Hardiyatmo, 2002). Ukuran saringan saat pengujian analisis butiran tanah dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Ukuran Saringan

<b>Standar Ukuran (mm)</b>	<b>Alternatif Satuan</b>
4,75	No. 4
2,36	No. 8
2	No. 10
1,18	No. 16
0,6	No. 30
0,425	No. 40
0,3	No. 50
0,15	No. 100

Standar Ukuran (mm)	Alternatif Satuan
0,075	No. 200

Sumber : SNI 3423:2008

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pengujian analisis saringan adalah sebagai berikut :

$$JK = W_{\text{sekarang}} + JK_{\text{sebelum}} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\% W_{\text{tertinggal}} = \frac{JK}{W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\% \text{Lolos} = 100 - \% W_{\text{tertinggal}} \dots\dots\dots (2.4)$$

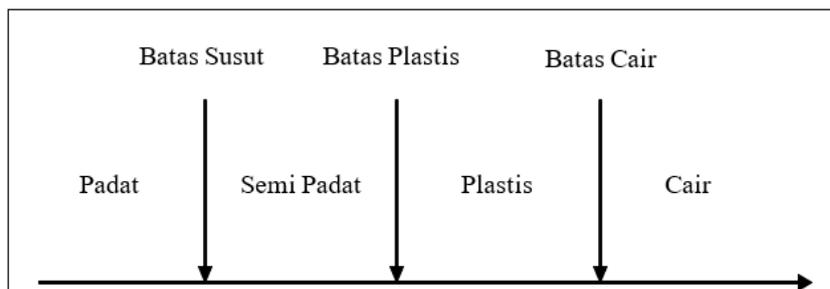
Keterangan :

- JK = Jumlah kumulatif (gr)
- Wsekarang = Berat tanah tertinggal sekarang (gr)
- JKsebelum = Jumlah kumulatif sebelumnya (gr)
- % Wtertinggal = Persen berat tanah tertinggal (%)
- % Lolos = Persen tanah lolos (%)
- W<sub>d</sub> = Berat kering tanah (gr)

### 2.2.9 Batas-batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Penyebab plastisitas ini adalah adanya partikel mineral lempung yang terkandung di dalam tanah. Kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa mengalami keretakan atau remuk disebut plastisitas.

Penambahan kadar air pada tanah dapat merubah bentuk tanah menjadi cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi.



Sumber:Hardiyatmo, 2002

Gambar 2.2. Batas-batas Atterberg

Menurut Hardiyatmo (2012) membagi kedudukan fisik pada tanah lempung dengan kadar air tertentu ke dalam empat kondisi yaitu kadar air pada saat kondisi padat, kondisi semi-padat, kondisi plastis, dan pada saat kondisi cair. Atterberg juga menunjukkan langkah untuk memvisualisasikan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).

#### 1. Batas Cair (*liquid limit*)

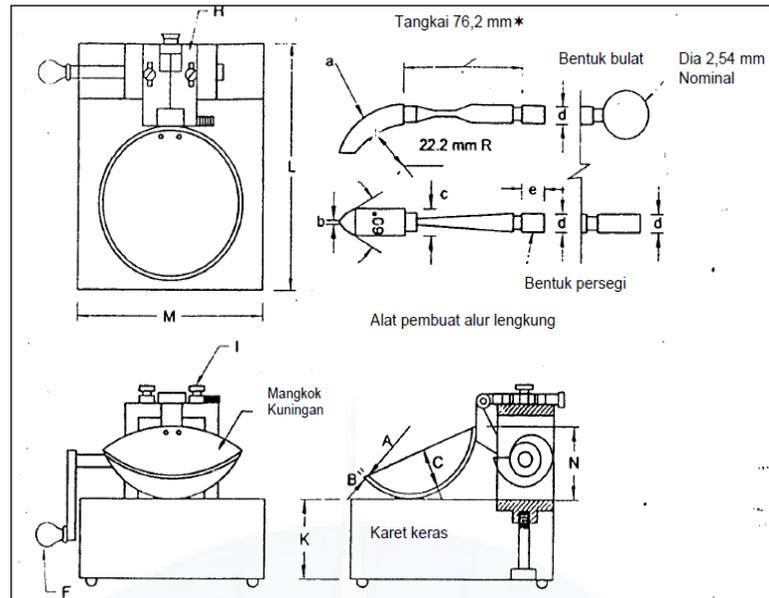
Batas cair (*LL*), adalah kadar air apabila galur yang bertaut sepanjang 13 mm dengan 25 putaran (Wesley, 2017). Batas cair ditentukan dari uji Casagrande. Sampel tanah dimasukkan dalam cawan, tinggi cawan dalam contoh kira-kira 8 mm. Alat pembuat alur (*grooving tool*) dikerukkan tepat ditengah-tengah cawan hingga menyentuh dasarnya kemudian dengan alat penggetar, cawan diketuk-ketukkan pada landasan dengan tinggi jatuh 1 cm.

Menurut SNI 1967:2008 penentuan nilai batas cair diperoleh dari kadar air yang mendeskripsikan potongan antar kurva alir dengan garis yang melewati 25 pukulan pada ordinat ditentukan sebagai nilai dari batas cair tanah dan dilaporkan nilai ini sebagai bilangan bulat. Untuk pelaksanaan pengujian dan perhitungan batas cair prosedur pengerjaannya dilakukan berdasarkan SNI 1967:2008. Banyaknya kandungan air yang terkandung di dalam tanah harus dijelaskan sebagai kadar air dalam persentase dari berat kering setelah dioven dan harus dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$\text{Persentase kadar air} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering oven}} \times 100\% \quad (2.5)$$

Persentase kadar air dibulatkan ke nilai yang terdekat.

Gambar skematis dari alat pengukur batas cair dapat dilihat pada Gambar 2.3



Sumber: SNI 1967:2008

Gambar 2.3 Skema alat pengujian batas cair

## 2. Batas Plastis (*plastic limit*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung (Hardiyatmo, 2012). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 1966:2008, nilai batas plastis dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$PL = \frac{\text{Berat Massa Air}}{\text{Berat Massa Tanah Kering}} \times 100\% \quad (2.6)$$

Prosedur pelaksanaan pengujian batas plastis dilaksanakan berdasarkan SNI 1966:2008.

## 3. Indek Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air ketika tanah masih bersifat plastis. Indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah jika tanah mempunyai PI tinggi maka, tanah mengandung banyak partikel lempung. Jika PI rendah, seperti lanau terjadi sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh Atterberg dapat dilihat dalam Tabel 2.6 (Hardiyatmo, 2012). Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pengujian indeks plastisitas adalah sebagai berikut (SNI, 1966:2008):

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis:

$$PI = LL - PL \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

*PI* = Indeks plastisitas (*plasticity index*)

*LL* = Batas cair (*liquid limit*)

*PL* = Batas plastis (*plastic limit*)

Tabel 2.6 Nilai Indeks Plastisitas dan Sifat 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

Sumber:Hardiyatmo, 2012

#### 2.2.10 Berat Jenis

Berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada suhu dan volume yang sama. Ruang lingkup dari pengujian berat jenis tanah adalah untuk menentukan berat jenis lolos saringan 4,750 mm (No. 4) dengan menggunakan piknometer. Berat jenis tanah digunakan pada hubungan fungsional antara fase udara, air dan butiran dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan untuk perhitungan-perhitungan parameter indeks tanah. Tahapan-tahapannya dalam pengujian berat jenis tanah sesuai dengan SNI 1964-2008. Nilai berat jenis dengan klasifikasi tanah dapat dilihat pada tabel 2.7:

Tabel 2.7 Berat jenis tanah (*specific gravity*)

No	Macam tanah	Berat jenis
1	Kerikil	2,65 – 2,68
2	Pasir	2,65 – 2,68
3	Lanau anorganik	2,62 – 2,68
4	Lempung organik	2,58 – 2,65
5	Lempung anorganik	2,68 – 2,75
6	Humus	1,37
7	Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hardiyatmo, 2002

Persamaan yang digunakan pada perhitungan berat jenis tanah berdasarkan SNI 1964:2008 adalah sebagai berikut :

$$G_s = \frac{W_t}{W_5 - W_3} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

G<sub>s</sub> = berat jenis tanah

W<sub>t</sub> = berat tanah (gram)

W<sub>5</sub> = berat tanah + (berat piknometer +air 20 °C) (gram)

W<sub>3</sub> = berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20 °C (gram)

### 2.2.11 Pemadatan

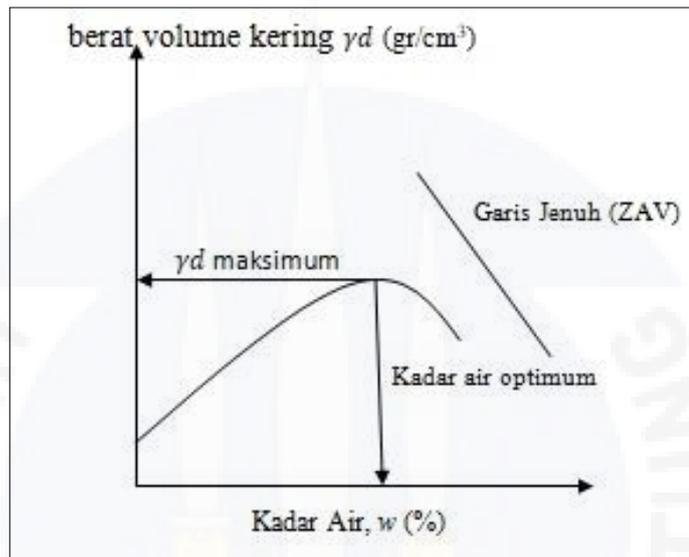
Hardiyatmo (2002) menjelaskan bahwa tanah, kecuali berfungsi sebagai pendukung fondasi bangunan, juga digunakan sebagai bahan timbunan seperti: tanggul, bendungan, dan jalan. Jika tanah di lapangan membutuhkan perbaikan guna mendukung bangunan di atasnya, atau tanah akan digunakan sebagai bahan timbunan, maka pemadatan sering dilakukan.

Maksud pemadatan tanah antara lain Hardiyatmo (2002):

1. Meningkatkan nilai kuat geser tanah
2. Mengurangi kompresibilitas (tanah yang mudah mampat)
3. Mengurangi permeabilitas
4. Mengurangi perubahan pada volume akibat perubahan kadar air, dan sebagainya.

Das (1995) menyatakan bahwa fungsi dari pemadatan ialah untuk meningkatkan kekuatan tanah yang nantinya akan meningkatkan daya dukung tanah terhadap pondasi yang berada di atas tanah tersebut serta dapat juga

mengurangi penurunan tanah yang tidak dikehendaki dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (*embankments*). Pengujian pemadatan dilakukan dengan metode pemadatan *modified*. Pada pengujian ini tanah dipadatkan dalam 5 lapisan, kemudian dilakukan pemadatan tanah di dalam cetakan dengan memberikan pukulan sebanyak 56 kali pada setiap lapisannya. Berat alat pemukul yang digunakan adalah sebesar 10 pound dan ketinggian jatuhnya berjarak 18 inch. Setelah pemadatan dilakukan di laboratorium, maka akan ditentukan kadar air optimum dengan menggunakan Gambar 2.5.



Sumber : Hardiyatmo, 2002

Gambar 2.4 Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering

Dari grafik hubungan kadar air dengan berat volume kering didapatkan juga garis ZAV (*Zero Acid Void*) yaitu garis hubungan antara berat isi kering dengan kadar air bila derajat kejenuhan 100%, yaitu bila pori tanah sama sekali tidak mengandung udara. Grafik ini berguna sebagai petunjuk pada waktu menggambarkan grafik kepadatan tersebut akan selalu berada dibawah ZAV biasanya tidak lurus tetapi agak cekung ke atas.

Adapun langkah-langkah dalam pemadatan tanah tertera pada SNI 1743-2008. Persamaan serta penjelasan yang dipakai pada perhitungan uji pemadatan tanah di tunjukkan di bawah ini:

1. Perhitungan kepadatan basah

$$\rho = \frac{(B2 - B1)}{V} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

- $\rho$  = kepadatan basah (gram/cm<sup>3</sup>)
- $B_1$  = massa cetakan dan keping alas (gram)
- $B_2$  = massa cetakan, keping alas, dan benda uji (gram)
- $V$  = volume benda uji atau volume cetakan (cm<sup>3</sup>)

2. Perhitungan kadar air benda uji

$$w = \frac{(A - B)}{(B - C)} \times 100 \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

- $w$  = kadar air (%)
- $A$  = massa cawan dan benda uji basah (gram)
- $B$  = massa cawan dan benda uji kering (gram)
- $C$  = massa cawan (gram)

3. Perhitungan kepadatan (berat isi) kering

$$\rho_d = \frac{\rho}{(100+w)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

- $\rho_d$  = kepadatan kering (gram/cm<sup>3</sup>)
- $\rho$  = kepadatan basah (gram/cm<sup>3</sup>)
- $w$  = kadar air (%)

4. Perhitungan kepadatan (berat isi) kering untuk derajat kejenuhan 100%

$$\rho_d = \frac{(G_s \times \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

- $\rho_d$  = kepadatan kering (gram/cm<sup>3</sup>)
- $G_s$  = berat jenis tanah
- $\rho_w$  = kepadatan air (gram/cm<sup>3</sup>)
- $w$  = kadar air (%)

### 2.2.12 California Bearing Ratio (CBR)

Metode CBR ini awalnya oleh diciptakan O.J Potter lalu dikaji ulang *California State Highway Departement*. Kemudian dikembangkan dan dimodifikasi oleh Corps insinyur-isinyur tentara Amerika Serikat (*U.S Army Corps of Engineers*). Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipergunakan untuk membuat perkerasan.

CBR adalah perbandingan beban penetrasi suatu bahan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Tujuan dari pengujian CBR di laboratorium ini untuk menentukan nilai CBR tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

Lapisan tanah yang akan dipakai sebagai lapisan *subbase* atau *subgrade* suatu konstruksi gedung maupun jalan pada umumnya memerlukan proses pemadatan agar mampu menerima beban sesuai dengan yang direncanakan.

Kekuatan tanah diuji dengan uji CBR sesuai dengan SNI-1744-2012. Nilai kekuatan tanah tersebut digunakan sebagai acuan perlu tidaknya distabilisasi setelah dibandingkan dengan yang disyaratkan dalam spesifikasinya.

A. CBR Laboratorium rendaman (*Soaked Design CBR*)

Pada pengujian cbr laboratorium rendaman pelaksanaannya lebih sulit karena membutuhkan waktu dan biaya relatif lebih besar dibandingkan CBR laboratorium tanpa rendaman. Disini penulis akan menggunakan pengujian CBR rendaman

B. CBR laboratorium tanpa rendaman (*Unsoaked Design CBR*).

Hasil pengujian CBR laboratorium tanpa rendaman sejauh ini selalu menghasilkan daya dukung tanah lebih besar dibandingkan dengan CBR laboratorium rendaman.

Ada dua macam pengukuran CBR dengan rumus yaitu:

- a. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 2.5 mm (0.1 inchi) terhadap penetrasi standar besarnya 13.50 kg/cm<sup>2</sup>

$$\text{Nilai CBR} = (P_1 / 13.50) \times 100\% \quad (P_1 \text{ dalam kg/cm}^2) \dots\dots\dots(2.13)$$

dengan:

$$P_1 = \text{Gaya yang diperlukan untuk penetrasi 0.1''}$$

- b. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi 5 mm (0.2'') terhadap penetrasi standar yang besarnya 20.00 kg/cm<sup>2</sup>

$$\text{Nilai CBR} = (P_2 / 20.00) \times 100\% \quad (P_2 \text{ dalam kg/cm}^2) \dots\dots\dots(2.14)$$

dengan:

$$P_2 = \text{Gaya yang diperlukan untuk penetrasi 0.2''}$$

Atau dengan rumus :

$$P (\text{beban}) = LDR \times LRC \times 0.00445 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan :

$$LDR = \text{Load Dial Reading}$$

$LRC = \text{Load Ring Constanta}$

Harga CBR

$$0.1'' = (P_1 / 13.50) \times 100\% \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\text{Harga CBR } 0.2'' = (P_2 / 20.00) \times 100\% \dots\dots\dots(2.17)$$

Nilai CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1 dan 0,2 inci, dengan cara membagi beban pada penetrasi ini masing-masing dengan beban sebesar 3000 dan 4000 pound. Dari hasil pengujian CBR laboratorium didapatkan kadar air optimum, berat isi kering maksimum, nilai CBR pada kepadatan optimum, dan nilai *CBR* pada kepadatan 95% (*CBR Design*).

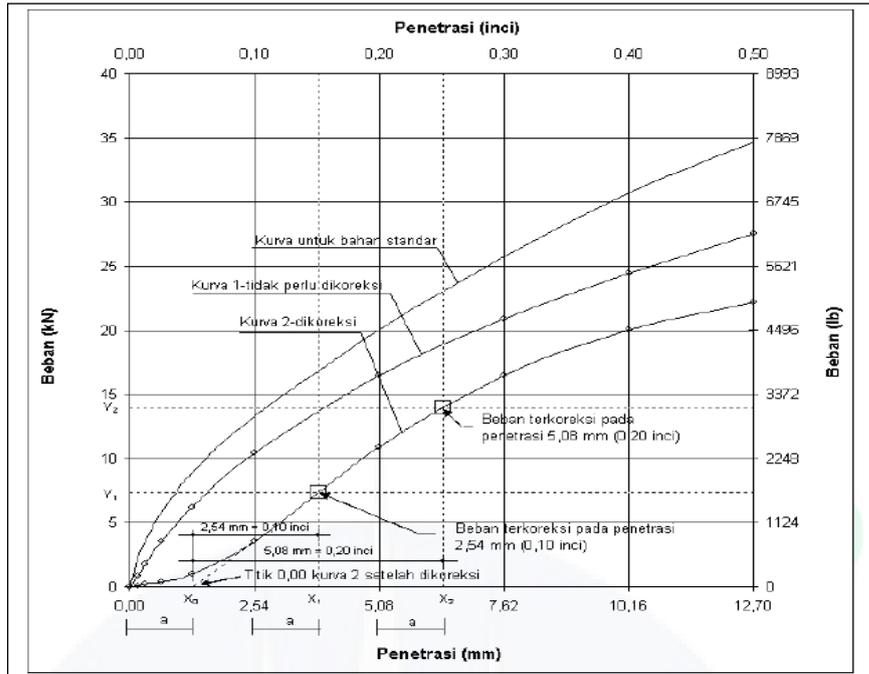
$$CBR = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{beban standar}} \times 100\% \quad (2.18)$$

CBR biasanya ditentukan pada kedalaman penetrasi 2,54 mm (0,10 in), apabila CBR di kedalaman penetrasi 5,08 mm (0,20 in) lebih besar daripada CBR di kedalaman penetrasi 2,54 mm (0,10 inci). Proses uji CBR harus dilakukan ulang, tetap menunjukkan hasil CBR yang sama. CBR pada 5,08 mm (0,20 in) harus digunakan. Adapun terdapat gambar kurva grafik hubungan antara beban penetrasi serta penetrasi dan alat uji penetrasi CBR dilaboratorium terdapat dalam Gambar 2.6 dan 2.7 beserta Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Klasifikasi Nilai *CBR*

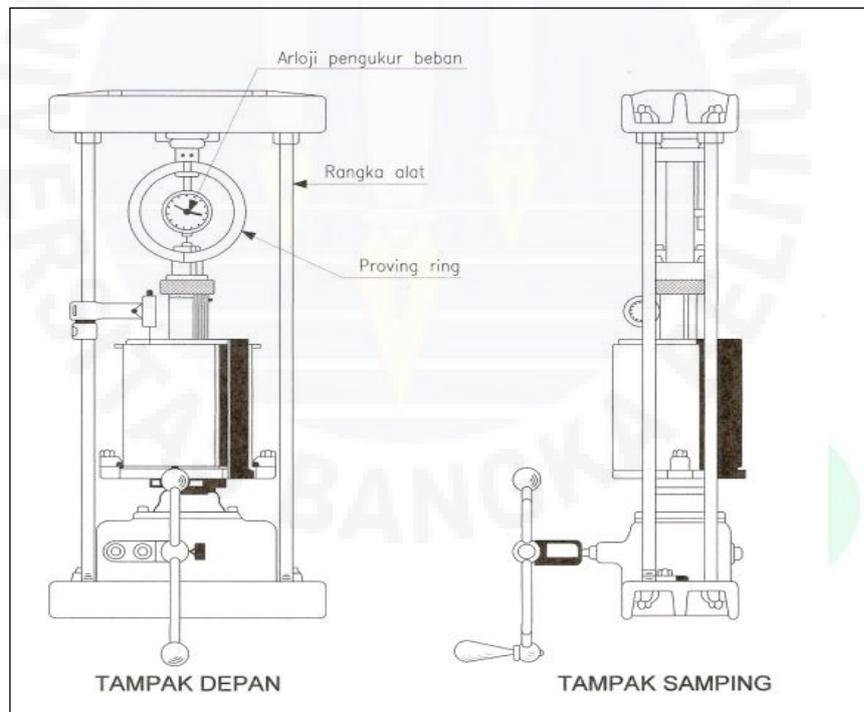
<b>CBR (%)</b>	<b>Keterangan</b>
0 – 3	Sangat buruk
3 – 7	Buruk
7 – 20	Sedang
20 - 50	Baik
>50	Sangat baik

*Sumber: Wesley, 2012*



Sumber: SNI 1744:2012, 2018

Gambar 2.5 Kurva Hubungan antara Beban Penetrasi dan Penetrasi



Sumber: SNI 1744:2012, 2018

Gambar 2.6 Alat Uji Penetrasi CBR di Laboratorium

Daya dukung tanah dasar (DDT), adalah merupakan salah satu parameter yang dipakai dalam nomogram penetapan indeks tebal perkerasan (ITP). Hubungan antara daya dukung tanah dan *subgrade* jalan sangat penting dalam perencanaan dan konstruksi jalan. *Subgrade* jalan adalah lapisan tanah atau bahan dasar yang ditempatkan di bawah perkerasan jalan, bertindak sebagai dasar untuk pekerasan jalan itu sendiri. Daya dukung tanah merujuk pada kemampuan tanah untuk menahan beban atau tekanan dari struktur di atasnya, dalam hal ini, beban dari lalu lintas jalan dan perkerasan jalan.

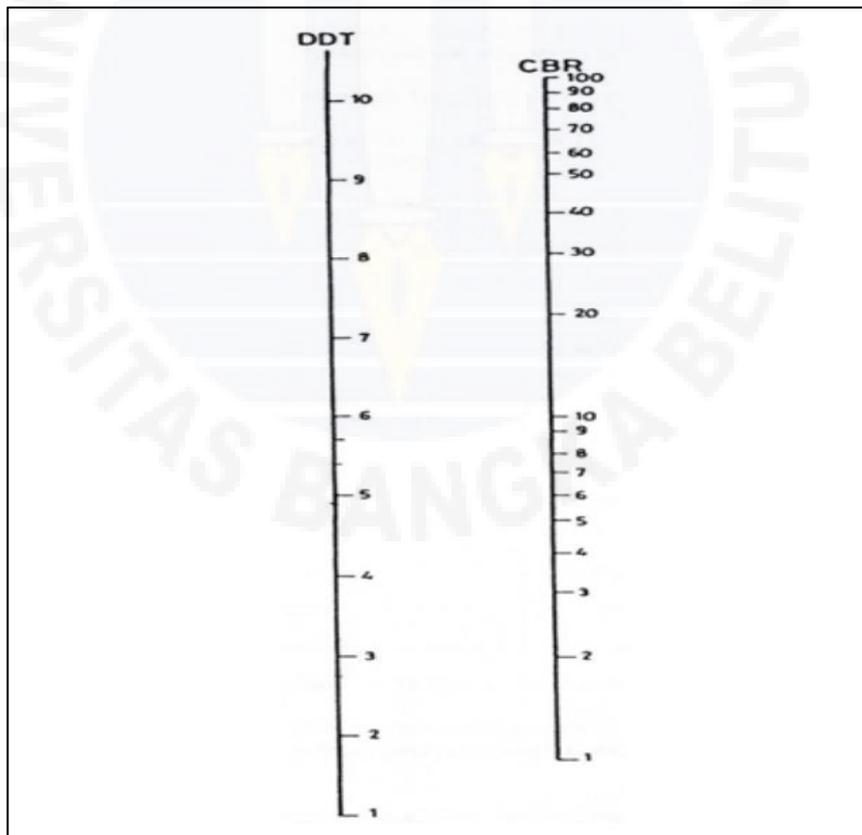
Nilai daya dukung tanah dasar didapat dari hasil grafik korelasi CBR tanah dasar terhadap DDT yang terdapat pada gambar 2.8, secara analitis nilai DDT dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Sukirman, 1999):

$$DDT = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Di mana :

DDT = Daya dukung tanah dasar

CBR = Nilai CBR Tanah dasar



Sumber : *Desain Tebal Perkerasan Jalan Lentur*

Gambar 2.7 Korelasi antara Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR

Syarat nilai CBR (*California Bearing Rasio*) untuk subgrade jalan dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis jalan, kategori jalan, lalu lintas yang diharapkan, dan kondisi lingkungan wilayah tertentu (Raharjo, 1985). Berikut adalah beberapa panduan umum yang sering digunakan dalam praktik teknik sipil:

Jalan Raya Umum :

- a. Subgrade jalan lokal: Nilai CBR sekitar 5% hingga 10% dapat cukup, tergantung pada karakteristik lalu lintas dan lingkungan
- b. Subgrade jalan arteri atau kolektor: Nilai CBR sekitar 10% hingga 20% atau lebih tinggi dapat diperlukan untuk mengakomodasi lalu lintas yang lebih berat.
- c. Jalan Tol atau jalan bebas hambatan: Nilai CBR yang lebih tinggi mungkin diperlukan, seringkali diatas 20%, terutama untuk jalan dengan lalu lintas berat dan kecepatan tinggi.

