

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Penelitian Terdahulu

*Rustam dkk.* (2019) melakukan penelitian dengan mengenai “*The Effect of Gypsum Plafond Waste on Shear Strength of Soft Clay Soil*”. Tujuan dari penelitian ini diharapkan untuk campuran limbah *plafond gypsum* dapat meningkatkan daya dukung tanah dengan parameter kuat geser tanah lempung lunak. Untuk metode penelitian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung. Dari hasil penelitian tersebut dihasilkan indeks sifat – sifat tanah menunjukkan bahwa tanah lempung lunak di daerah Pakjo, Palembang berdasarkan sistem klasifikasi USCS adalah lempung CH, sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO adalah A-7-6. Hasil indeks sifat tanah tersebut memiliki nilai Indeks Plastisitas (IP) sebesar 40,87%, Batas Cair (LL) sebesar 66,00%, dan Batas Plastis (PL) sebesar 35,13%. Kadar air optimum (*wopt*) berdasarkan hasil pengujian pemadatan tanah standar diperoleh kadar air optimum sebesar 22% dengan berat isi kering maksimum sebesar 1,74 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil pengujian geser langsung diperoleh nilai kohesi, nilai sudut geser dalam, dan nilai kuat geser, yaitu nilai kohesi maksimum terjadi pada campuran dengan persentase limbah *plafond gypsum* 15% yaitu sebesar 24,20 kPa. Geser maksimum nilai sudut dalam pada campuran 15% limbah *plafond gypsum* adalah 15,15°. Geser maksimum nilai kekuatan terbesar terjadi pada campuran limbah plafon gypsum dengan persentase 15% yaitu 26,57 kPa.

*Sefta dkk.* (2021) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah campuran limbah sabut kelapa dan abu sekam padi dapat meningkatkan nilai kuat geser tanah merah meliputi pengujian *direct shear* dengan persentase penambahan sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dengan skala laboratorium. Hasil pengujian *soil properties*, tanah merah daerah Pakjo Palembang memiliki kadar air asli 27,70%, berat jenis tanah

2,67%, batas cair 63,35%, batas plastis 25,13% dan indeks plastisitas sebesar 38,22%. Klasifikasi tanah menurut sistem USCS adalah CH atau tanah lempung dan menurut sistem AASHTO adalah A-7-6 (*clayey soils*). Hasil pengujian pemadatan tanah standar didapat kadar air optimum sebesar 24,20% dengan berat isi kering optimum sebesar 1,634 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil pengujian *direct shear*, tanah merah ditambah dengan sabut kelapa dan abu sekam padi sebesar 5% meningkatkan kuat geser tanah merah sebesar 100,50 kPa dengan nilai kohesi (c) 57,98 kPa dan nilai sudut geser dalamnya 45,37°.

*Sumampow dkk.* (2020) juga melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Campuran Kapur Dan Serbuk Arang Tempurung Kelapa Untuk Meningkatkan Kuat Geser Tanah Lempung”. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan pengaruh penambahan campuran kapur dan serbuk arang tempurung kelapa terhadap nilai kuat geser tanah lempung dan untuk mendapatkan perbandingan nilai parameter kohesi dan sudut geser dalam pada tanah asli dan pada tanah yang sudah dicampur kapur dan serbuk arang tempurung kelapa. Dalam penelitian ini dilakukan dengan serangkaian pengujian di laboratorium untuk mendapatkan sifat fisik tanah asli dan dilakukan pengujian triaksial dengan metode *Unconsolidated Undrained (UU test/quick test)* untuk mengukur kuat geser dengan kombinasi kapur 5% dan variasi arang tempurung kelapa 1% sampai 4%. Hasil pengujian karakteristik tanah yang diperoleh berdasarkan klasifikasi USCS yaitu jenis tanah pasir berlempung dan untuk hasil kuat geser terbesar pada variasi kapur 5% tambah serbuk arang tempurung kelapa 2% yaitu sebesar 5.561 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil diatas menunjukkan bahwa nilai parameter kuat geser naik setelah menggunakan campuran kapur dan serbuk arang kelapa. Dan untuk hasil analisis statistik pengaruh campuran kapur dan serbuk arang kelapa terhadap tanah asli memiliki hasil yang bersifat tidak signifikan terhadap kohesi, sudut geser tanah, dan kuat geser. Hal ini dibuktikan dengan harga F empiris yang ada lebih kecil dari F teoritis.

*Reffanda dkk.* (2020) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Di Daerah Makarti Jaya”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan pengujian *direct shear*, nilai sudut geser maksimum, dan nilai kuat geser

maksimum. Bahan pengujian kuat geser yang digunakan pada penelitian ini adalah abu arang tempurung kelapa dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengambilan sampel tanah lempung dengan *handbor* yang diambil pada kedalaman 1-2 m. Adapun lokasi penelitian berada di Daerah Makarti Jaya Palembang. Pengujian pemadatan tanah standar dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya dan pengujian *direct shear* dilakukan di Politeknik Sriwijaya Palembang. Hasil *index properties* menunjukkan bahwa tanah di Daerah Makarti Jaya memiliki berat jenis tanah  $1,81 \text{ g/cm}^3$  dan kadar air 116,615%. Hasil pengujian pemadatan tanah standar terhadap tanah asli didapatkan kadar air optimum sebesar 18% dengan berat isi kering maksimum sebesar  $7,4 \text{ gr/cm}^3$ . Berdasarkan hasil pengujian *direct shear* diperoleh nilai kohesi maksimum pada campuran abu arang tempurung kelapa persentase 5% yaitu 43,15 kPa. Nilai sudut geser maksimum dalam pada campuran abu arang tempurung kelapa 10% yaitu  $18,23^\circ$ . Nilai kuat geser maksimum terjadi pada campuran persentase 5% yaitu 43,8 kPa.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Tanah**

Tanah menurut *Hardiyatmo* (2002) adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan yang relatif lepas yang terletak diatas batuan dasar. Menurut para ahli lainnya menyebutkan bahwa tanah adalah benda alami yang terdapat dipermukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik (pelapukan sisa tumbuhan dan hewan), yang merupakan medium pertumbuhan tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah, dan lamanya waktu pembentukan.

Menurut *Das* (1991) ukuran partikel tanah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Berdasarkan ukuran partikel pembentuknya, campuran butiran, dan sifat lekatan, tanah dapat terdiri dari salah satu atau seluruh jenis partikel berikut ini:

- a. Kerikil (*grafel*) adalah kepingan-kepingan dari batuan yang kadang-kadang juga mengandung partikel-partikel mineral *quartz*, *feldspar*, dan mineral-mineral.
- b. Pasir (*sand*) sebagian besar terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Butiran dari mineral yang lain mungkin juga masih ada pada golongan ini.
- c. Lanau (*silt*) sebagian besar merupakan fraksi mikroskopis (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus, dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral.
- d. Lempung (*clay*) 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, dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya.

Berdasarkan pengelompokan tanah pada ukuran partikel dan campuran butiran, tanah juga dapat dikelompokkan berdasarkan sifat letaknya. Pada jenis pengelompokan ini, tanah dapat dibagi atas tiga jenis sifat lekatan sebagai berikut:

- a. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya atau mengandung lempung cukup banyak.
- b. Tanah non kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya atau hampir tidak mengandung lempung.
- c. Tanah organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik.

Menurut *Das*, (1991), berdasarkan campuran butiran, tanah dapat dikelompokkan atas tiga jenis tanah, sebagai berikut:

- a. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
- b. Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa lempung dan lanau.

- c. Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan-bahan organik.

## 2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1991). Sistem klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan dan plastisitasnya. Tujuan dari pengklasifikasian tanah ini adalah untuk memungkinkan memperkirakan sifat fisis tanah dengan mengelompokkan tanah dengan kelas yang sama yang sifat fisisnya diketahui dan menyediakan sebuah metode yang akurat mengenai deskripsi tanah. Beberapa sistem klasifikasi yang telah dikembangkan dan pengklasifikasian tersebut yaitu sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS) dan sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO). Berikut adalah penjelasan dari dua sistem tersebut:

### 1. Sistem Klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*)

Sistem klasifikasi ini mengelompokkan tanah dengan menggunakan simbol prefiks untuk menunjukkan sub divisi di dalam kelompok, seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kelompok Tanah Dengan Simbol Prefiks dan Sufiks

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
Pasir	S	Gradasi buruk	P
Lanau	M	Berlanau	M
Lempung	C	Berlempung	C
Organik	O	$W_L > 50\%$	L
Gambut	Pt	$W_L > 50\%$	H

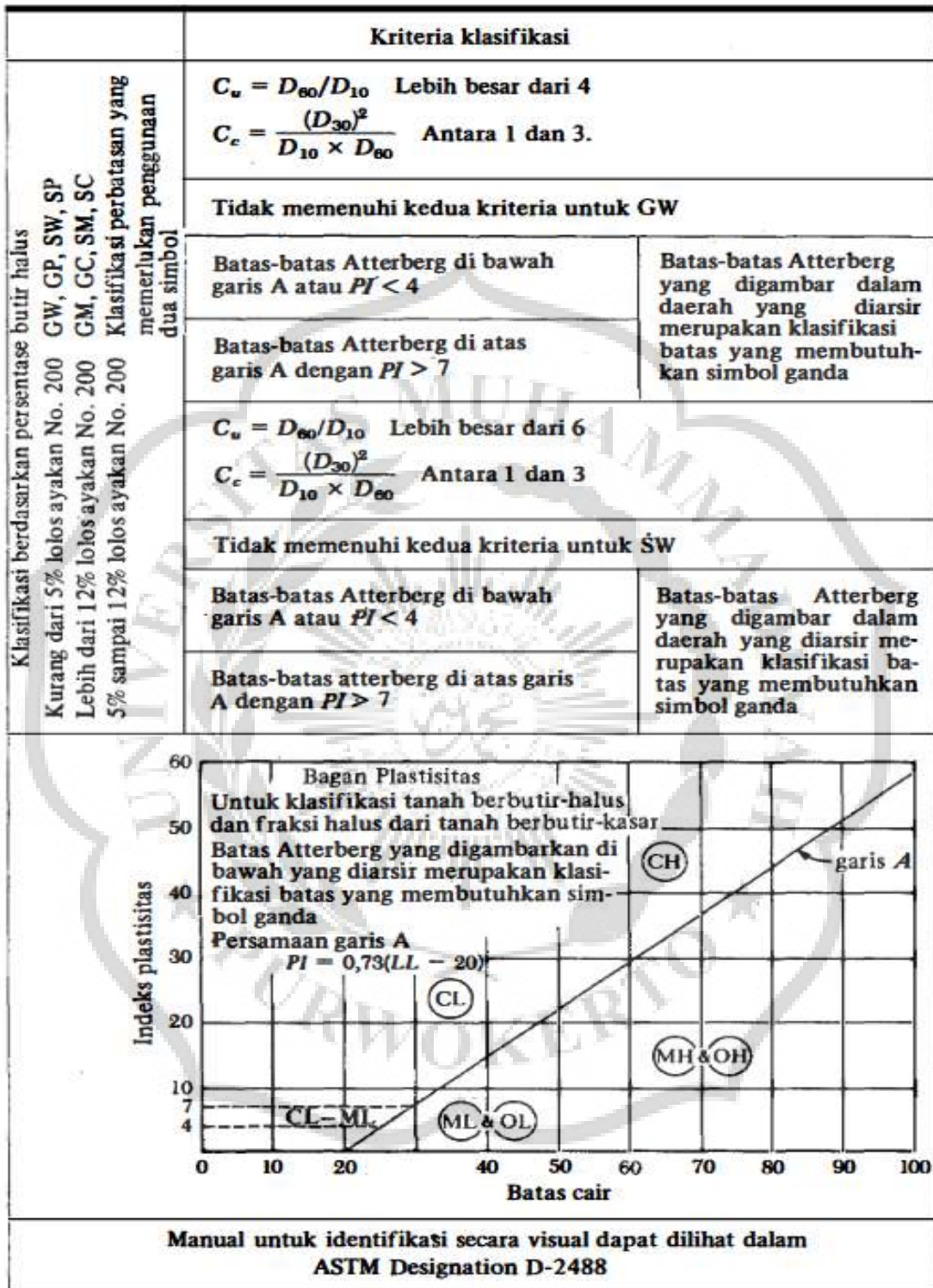
Sumber: *Bowles* (1991)

Sistem ini mengelompokkan tanah dalam dua kelompok besar diantaranya yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar adalah tanah dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200 (0,75 mm). Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
- b. Tanah berbutir halus adalah tanah di mana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200 (0,075 mm). Simbol untuk kelompok ini diawali dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck, dan tanah – tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Simbol-simbol lain yang digunakan untuk sub kelompok yaitu:

- W = tanah dengan gradasi baik (*well graded*)  
P = tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)  
L = plastisitas rendah,  $W_L > 50\%$  (*high plasticity*)  
H = plastisitas tinggi,  $W_L > 50\%$  (*high plasticity*)

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama umum			
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200 <sup>†</sup>	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil dengan butiran halus	GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
			GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
			SP	Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung		
			Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan Lempung Batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
					CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan 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 lebih dari 50%	Lanau dan Lempung Batas cair lebih dari 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis.			
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)			
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi			



Gambar 2. 1 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem USCS

Sumber: Das (1991)

## 2. Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*)

Sistem klasifikasi AASHTO adalah sistem yang berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, subbase dan subgrade. Pada sistem klasifikasi AASHTO memperlihatkan dampak yang terdiri dari kelompok A-1 sampai A-7 dengan dua sub kelompok dalam A-1, empat sub kelompok A-2 dan dua sub kelompok A-7 dengan jumlah 12 sub kelompok. Kelompok tanah berbutir kasar dibedakan dalam kelompok A-1 sampai dengan A-2.

Indeks kelompok (*group index*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah – tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005(W_L - 40)] + 0,01(F - 15K Ip - 10) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- GI = indeks kelompok (*group index*)
- F = material lolos saringan No. 200 (%)
- $W_L$  = batas cair (%)
- $I_p$  = indeks plastisitas (%)

Pada umumnya makin besar nilai indeks kelompoknya, makin kurang baik nilai kelompok tersebut untuk dipakai dalam pembangunan jalan raya maupun jalan kereta api, untuk tanah – tanah dalam sub kelompok itu (*Bowles*, 1991). Teruntuk tanah yang mengandung bahan butir halus diidentifikasi lebih lanjut dengan indeks kelompoknya. Bagan pengklasifikasian sistem ini dapat dilihat seperti pada tabel.

Tabel 2. 2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan Berbutir Kasar (<35% lolos saringan no. 200)							Bahan Berbutir Halus (>35% lolos saringan no.200)			
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/1-7-6
Analisis saringan (% lolos)											
2,00 mm (no.10)	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 max	50 max	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no.200)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no.40				40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Batas cair (LL)											
Indeks Plastisitas (PI)	6 max		Np	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0		0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Tipe material yg pokok pd umumnya	Pecahan batu, kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau/berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber : Das (1991)

### C. Sifat Fisik Tanah

#### 1. Kadar Air (w)

Kadar air (w) atau juga disebut sebagai *water content* didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butiran tanah kering yang dinyatakan dalam persen (%). Untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah digunakan rumus:

$$w = \frac{b - c}{c - a} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- w = kadar air (%)
- a = berat cawan kosong (gram)
- b = berat cawan + tanah asli (gram)
- c = berat cawan + tanah kering oven (gram)

#### 2. Berat Jenis Tanah (Gs)

Berat jenis tanah adalah perbandingan berat volume tanah dengan volume air. Untuk mendapatkan harga berat jenis butir tanah (*specific gravity*), digunakan rumus:

$$G_s = \frac{c - a}{(b - a)T_1 - (d - c)T_2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- Gs = berat jenis butir tanah
- a = berat piknometer kosong (gram)
- b = berat piknometer + aquades jenuh (gram)
- c = berat piknometer + sampel kering (gram)
- d = berat piknometer + sampel + aquades (gram)
- T1 = faktor kohesi pada suhu t1 (°C)
- T2 = faktor kohesi pada suhu t2 (°C)

#### 3. Batas Cair Tanah (*Liquid Limit*)

Batas cair tanah adalah keadaan antara cair dan plastis atau keadaan air tanah bisa diputar 25 kali ketukan dengan alat *cassagrande*, tanah sudah

merapat (sebelumnya terpisah dalam jalur yang dibuat dengan solet).  
Digunakan rumus sebagai berikut:

$$Kadar\ air\ (w) = \frac{(b - c)}{(c - a)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- w = kadar air (%)
- a = berat cawan kosong (gram)
- b = berat cawan + tanah basah (gram)
- c = berat cawan + tanah kering (gram)

4. Batas Plastis Tanah (*Plastic Limit*)

Batas plastis tanah adalah kadar air minimum dimana masih dalam keadaan plastis atau keadaan di antara keadaan plastis dan keadaan semi plastis. Untuk presentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3 mm, sudah mulai retak-retak ketika digulung. Digunakan rumus sebagai berikut:

$$Kadar\ air\ (w) = \frac{(e - f)}{(f - d)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

- w = kadar air (%)
- d = berat cawan kosong (gram)
- e = berat cawan + tanah asli (gram)
- f = berat cawan + tanah kering (gram)

5. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut adalah kadar air tanah pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, untuk persentase kadar air di mana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya. Dapat dikatakan bahwa tanah tidak akan mengalami penyusutan lagi meskipun dikeringkan secara terus menerus. Batas susut dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$SL = \left( W - \frac{(V - V_0)}{W_0} \right) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- W = kadar air tanah basah yang diisikan pada cawan

$$= \left( \frac{W - W_o}{W_o} \right) \times 100 \text{ (dalam persen)}$$

- W = berat benda uji basah
- W<sub>o</sub> = berat benda uji setelah kering
- V = volume benda uji basah – volume cawan
- V<sub>o</sub> = volume benda uji setelah dikeringkan

6. Analisis Butiran (*Grain Size Analysis*)

Analisa butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Tujuan umum dari analisa ini adalah untuk mengetahui prosentase susunan butir tanah sesuai dengan batas klasifikasinya sehingga dapat diketahui jenis contoh tanah yang diuji. Percobaan ini menggunakan analisa saringan untuk mengetahui gradasi butiran tanah yang lebih besar dari 0,075 mm atau tertahan saringan no. 200. Analisis butiran ini menggunakan satu set saringan (no. 8, 20, 40, 60, 80, 100, 200).

7. Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis suatu tanah, atau

$$I_p = W_L - W_p \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

- I<sub>p</sub> = indeks plastis
- W<sub>L</sub> = batas cair
- W<sub>p</sub> = batas plastis

I<sub>p</sub> merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis dan dapat juga menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika interval keplastisan kadar air kecil maka disebut tanah kurus dan sebaliknya disebut tanah gemuk, batasan tentang indeks plastisitas, sifat dan macam tanah serta kohesinya diberikan oleh *atterberg* terdapat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

Ip	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Nonplastisitas	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: *Hardiyatmo* (2002)

#### D. Sifat Mekanis Tanah

##### 1. Pemadatan Tanah (*Compaction*)

Pemadatan tanah merupakan suatu proses mekanis dimana udara dalam pori tanah dikeluarkan. Proses tersebut dilakukan pada tanah yang digunakan sebagai bahan timbunan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Mempertinggi kekuatan tanah
- b. Memperkecil pengaruh air pada tanah
- c. Memperkecil *compressibility* dan daya rembes airnya
- d. Kepadatan tanah itu mulai dari berat isi kering tanah (*dry density*) dan tergantung pada kadar air tanahnya (*water content*). Pada derajat kepadatan yang tinggi
- e. Berat isi maksimum
- f. Kadar air tanahnya (*w*) optimum
- g. Angka porinya (*e*) minimum

Pengujian pemadatan tanah adalah suatu percobaan tanah disamping percobaan lain yaitu *Modified proctor test* untuk memeriksa kadar air tanah dan sifat yang lain. Pada tahun 1993, Proctor menemukan dasar – dasar pemadatan tanah, dimana terdapat 4 variabel yang digunakan dalam fungsi *Compaction*, yaitu: usaha pemadatan, jenis tanah, kadar air tanah, dan berat isi kering tanah (*Bowles*, 1991). Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dengan berat volume basah ( $\gamma_b$ ) dan kadar air (%) dinyatakan dalam persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots(2.8)$$

Pada pengujian *compaction* di laboratorium alat pemadatan berupa silinder mould dengan volume  $9,34 \times 10^{-4}$ , dan penumbuk dengan berat 2,5 kg dengan tinggi jatuh 1 ft atau 30,5 cm. Pada pengujian *compaction* tanah dipadatkan dalam 3 lapisan (*standar proctor*) dan 5 lapisan (*modified proctor*) dengan pukulan sebanyak 25 kali pukulan. Pengujian–pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan sampel tanah basah (pada kadar air terkontrol) dalam suatu cetakan dengan jumlah lapisan tertentu. Setiap lapisan dipadatkan dengan sejumlah tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa dan tinggi jatuh tertentu. Standar ASTM maupun AASHTO hendaknya digunakan sebagai acuan untuk rincian pengujian tersebut. Kadar air yang memberikan berat unit maksimum disebut kadar air optimum (OWC). Usaha pemadatan diukur dari segi energi tiap satuan volume dari tanah yang telah dipadatkan. Untuk usaha pemadatan yang lebih rendah kurva pemadatan bagi tanah yang sama akan lebih rendah dan tergeser ke kanan, yang menunjukkan suatu kadar air optimum yang lebih tinggi. Hasil dari pengujian pemadatan berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara kadar air dan berat volume kering tanah.

## 2. Kuat Geser Tanah

Parameter kekuatan geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis daya dukung tanah, stabilitas lereng dan tekanan dorong untuk dinding-dinding penahan tanah. Keruntuhan geser dalam tanah adalah akibat kuat geser relatif antar butirannya bukan karena butirannya sendiri yang hancur. Oleh karena itu, kekuatan tanah tergantung pada gaya-gaya yang bekerja antara butirannya.

Bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan geser maupun tegangan normal. Sedangkan hubungan fungsi tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = f(\sigma) \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

$\tau$  = tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan

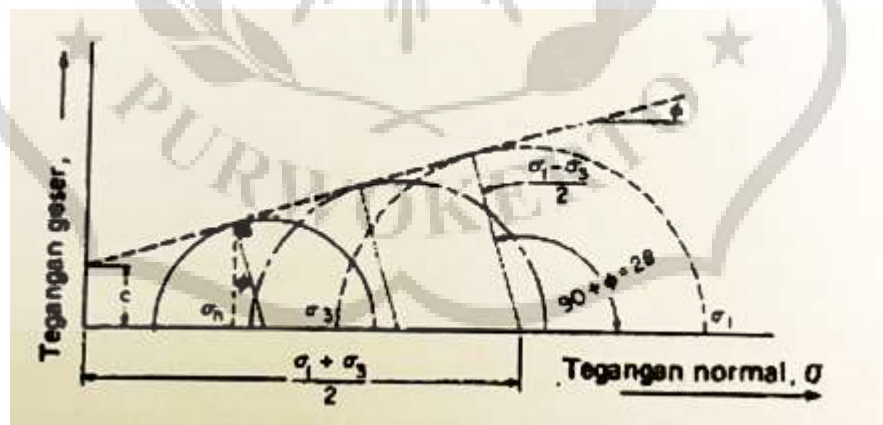
$\sigma$  = tegangan normal pada saat kondisi tersebut.

Kekuatan geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan butiran-butiran tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar seperti inilah apabila tanah mengalami pembebanan, maka tanah tersebut akan ditahan oleh gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya sebanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang geser ( $y$ ) lunak tergantung pada nilai sesaat ( $w$ ), jenis beban dan tingkatnya, dimana kekuatan yang tegak lurus terhadap bidang dasar berbeda jika dibandingkan dengan kekuatan yang sejajar dengan bidang tersebut.

Dilaboratorium, kuat geser sangat dipengaruhi oleh:

- Metode pengujian (terbentuknya tekanan pori yang berlebih)
- Gangguan terhadap contoh tanah (mengurangi kekuatan)
- Kadar air
- Tingkat regangan (biasanya menambah kekuatan)

Parameter kekuatan geser tanah ( $c$ ) dan ( $\sigma$ ) dapat ditentukan dengan pengujian geser langsung di laboratorium. Dari hasil pengujian tersebut akan diperoleh data-data yang kemudian dibuat suatu analisis hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser tanah saat runtuh.



Gambar 2. 2 Selubung keruntuhan Mohr Columb untuk mendapatkan  $c$  dan  $\sigma$

Sumber: *Bowles* (1991)

## **E. Bahan Penelitian**

### **1. Abu Arang Tempurung Kelapa**

Arang tempurung kelapa selama ini lebih sering kita kenal sebagai bahan bakar untuk pemanggangan makanan. Dibalik kehitaman arang tempurung kelapa, ternyata terdapat nilai ekonomis yang lebih tinggi lagi. Tempurung kelapa yang dijadikan arang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya dengan menjadikan karbon aktif. Cara membuat karbon aktif dari tempurung kelapa juga relatif lebih mudah. Selain itu, kandungan lignin, selulosa dan senyawa organik yang terkandung didalam tempurung kelapa memberikan nilai kalor bakar yang cukup baik. Menggunakan abu arang tempurung kelapa sebagai bahan stabilisasi tanah lempung ekspansif, dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara, sebagai media pengikat karbon dan dapat mengurangi swelling pada tanah karena mereduksi indeks plastis tanah. Dengan demikian, arang tempurung kelapa sangat cocok untuk distabilisasi tanah lempung.