

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ekspansif

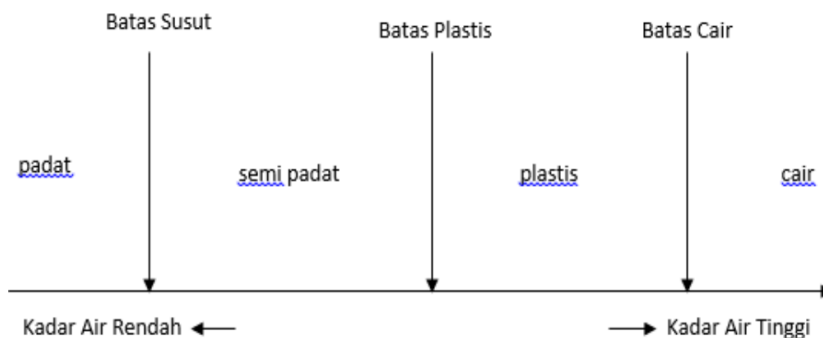
Tanah ekspansif adalah tanah yang dapat mengalami pengembangan dengan sangat mudah (Hardiyatmo, 2014). Tanah ini juga mudah mengalami perubahan volume sehubungan dengan perubahan kadar air. Tanah tersebut dapat menunjukkan potensi pengembangan (bertambahnya volume oleh bertambahnya kadar air) dan potensi penyusutan (pengurangan volume oleh berkurangnya kadar air) yang tinggi (Jones dan Ian, 2012). Beberapa peneliti seperti Elena, dan Joshua (2020) telah melakukan penelitian dan menyatakan bahwa banyak tanah ekspansif berada di Surabaya Barat.

Tanah ini banyak mengandung mineral lempung ekspansif, seperti *montmorillonite*. *Montmorillonite* tersebut dapat dengan mudahnya menyerap air yang ada sehingga menyebabkan pengembangan yang tinggi dan makin menampung banyak air dalam tanah. Pada saat kondisi basah, terjadilah pengembangan pada tanah, tetapi akan menyusut saat kondisinya kering. Semakin banyak air yang diserap, semakin besar juga volumenya (Chen 1988; Nelson & Miller, 1992). Menurut Chen (1975) *monmorillonite* terbentuk dari pelapukan, erosi batuan dan dari abu letusan gunung api yang mengeluarkan awan debu, kemudian jatuh di daratan dan lautan. Kemudian abu letusan gunung api tersebut berubah menjadi *montmorillonite*.

2.2 Sifat-Sifat Fisik Tanah

2.2.1 Batas-Batas Atterberg

Berdasarkan jumlah kadar airnya, tanah dapat dipisahkan menjadi 4 fase, yaitu padat, semi padat, plastis dan cair. Batas dari keempat fase ini adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut. Fase tanah ini dapat dilihat di Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Batas- batas konsistensi tanah

Sumber: Darwis (2018). Dasar-Dasar Mekanika Tanah, Pena Indis, p. 28.

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) dapat didefinisikan sebagai kadar air tanah dalam kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau perbatasan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Persentase kadar air yang diperlukan untuk menutup celah dengan panjang 12,7 mm di dasar cawan, setelah dilakukan 25 kali pukulan disebut sebagai batas cair tanah tersebut (Darwis, 2018).

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) dapat didefinisikan sebagai kadar air dalam kondisi antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kandungan air di mana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak saat digulung (Darwis, 2018).

c. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut dapat didefinisikan sebagai ketinggian kadar air antara daerah semi padat dan daerah padat, yaitu persentase kadar air di mana penurunan kadar air tidak mengakibatkan volume tanah berubah. Percobaan batas penyusutan dilakukan di laboratorium dengan cawan porselen berdiameter 44,4 mm dan memiliki tinggi 12,7 mm. Bagian cawan ditutup dengan pelumas kemudian diisi dengan tanah yang jenuh sempurna. Kemudian dikeringkan dalam oven, lalu volumenya ditentukan dengan pencelupan dalam air raksa. (Hardiyatmo, 2002).

d. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks plastisitas menyatakan interval kadar air dimana tanah tetap dalam kondisi plastis, dan juga menyatakan jumlah relatif partikel lempung dalam tanah. Indeks Plastisitas adalah selisih batas cair (LL) dan batas plastis (PL). $PI = LL - PL$

2.2.2 Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat tanah kering dengan berat isi air dengan volume yang sama pada suhu tertentu (Gogot, 2011).

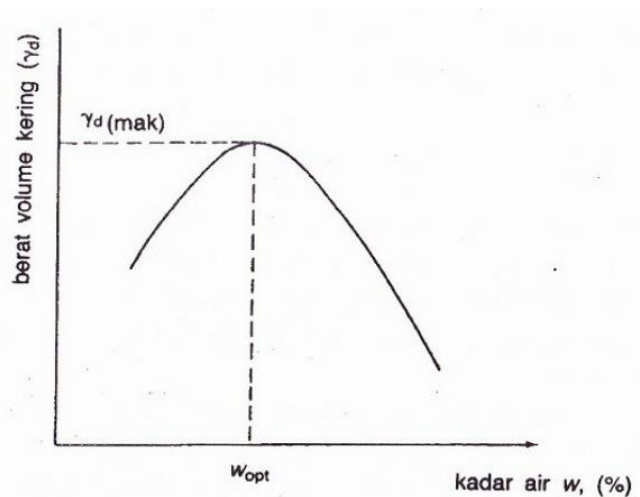
2.3 Pengujian Pemadatan Standar (*Standard Proctor Test*)

Pemadatan merupakan sebuah proses naiknya kepadatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi pengurangan volume udara, dan tidak ada perubahan volume air pada tanah tersebut (Craig, 1986). Pemadatan tanah merupakan suatu proses dimana berat volume kering tanah bertambah akibat pemadatan partikel yang diikuti dengan berkurangnya volume udara dengan volume air yang tetap tidak berubah. Proses pemadatan dilakukan jika tanah di lapangan butuh perbaikan untuk menopang bangunan di atasnya dan tanah digunakan sebagai bahan timbunan.

Menurut Hardiyatmo (2006) pemadatan tersebut dilakukan dengan tujuan untuk:

- a. Mempertinggi kekuatan geser tanah,
- b. Mengurangi permeabilitas,
- c. Mengurangi kompresibilitas,
- d. Mengurangi perubahan volume karena akibat dari perubahan kadar air (dalam Ansyarulhaq et al., 2017).

Berat kering tanah setelah pemadatan tergantung pada jenis tanah, kelembaban dan kekuatan alat pemadat. Sifat pemadatan tanah dapat diketahui dengan menggunakan uji laboratorium standar yang dapat disebut juga dengan uji *proctor test*. Untuk mendapatkan kadar air optimum, uji pemadatan dilakukan sekitar 5 kali dengan variasi kadar air yang berbeda (misalnya 5%, 10%, 15%, 20%, dst) sehingga didapatkan kurva hubungan antara berat isi kering dengan kadar air (Darwis, 2018). Setelah itu maka didapatkan kepadatan maksimum dan kadar air optimumnya seperti contoh kurva pemadatan tanah yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini.

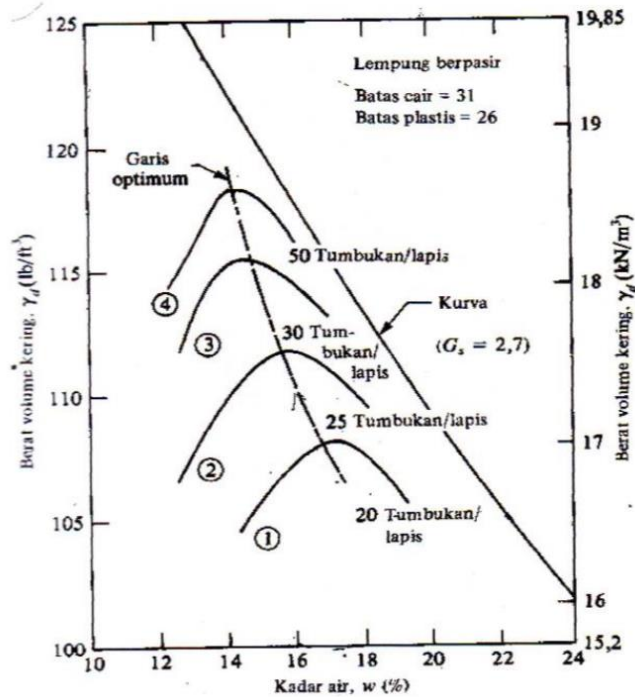


Gambar 2.2 Hubungan antara kepadatan maksimum dan kadar air optimum

Sumber: Hardiyatmo, H.C. (2002). Mekanika Tanah 1, p. 77

Pada kurva diatas, menunjukkan bahwa cara ini akan memperoleh suatu nilai, yaitu diketahui sebagai kadar air optimum (w_{opt}) yang akan menghasilkan suatu nilai kepadatan maksimum ($\gamma_d \text{ mak}$). Pada nilai kadar air yang rendah, sebagian tanah biasanya menjadi kaku dan sulit untuk dipadatkan. Tetapi jika kadar air ditambah maka tanah menjadi lebih mudah dipadatkan dan dibentuk sehingga akan menghasilkan berat volume tanah kering yang tinggi. Akan tetapi pada kadar air yang tinggi, berat volume kering juga akan menjadi berkurang sejalan dengan bertambahnya kadar air.

Berikut adalah contoh tanah yang dipadatkan dengan uji pemadatan di laboratorium yang dimana jika energi pemadatannya (jumlah tumbukan) sedikit maka kadar air optimum menjadi lebih tinggi, sedangkan jika energi pemadatannya (jumlah tumbukan) banyak maka kadar airnya menjadi semakin rendah seperti yang ada pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan antara kepadatan dengan kadar air optimum

Sumber: Syafruddin (2007). Hubungan Teoritis antara Berat Isi Kering dan Kadar Air untuk Menentukan Kepadatan Relatif, p. 142.

Adapun beberapa spesifikasi untuk pemadatan menurut SNI 1742:2008 yang tertera dalam Tabel 2.1. Pengujian pemadatan untuk 3 lapisan tanah ini dilakukan dengan menggunakan cara A, karena pengujian pemadatan ini dilakukan pada tanah yang mudah menyerap air dan menggunakan alat *standard proctor test* yang akan dilakukan dengan 3 variasi pukulan.

Tabel 2.1 Rangkuman spesifikasi uji pemadatan ringan tanah

Uraian	Cara A	Cara B	Cara C	Cara D
Diameter cetakan (mm)	101,60	152,40	101,60	152,40
Tinggi cetakan (mm)	116,43	116,43	116,43	116,43
Volume cetakan (cm ³)	943	2124	943	2124
Massa penumbuk (kg)	2,5	2,5	2,5	2,5
Tinggi jatuh penumbuk (mm)	305	305	305	305
Jumlah lapis	3	3	3	3
Jumlah tumbukan per lapis	25	56	25	56
Bahan lolos saringan	No. 4 (4,75 mm)	No. 4 (4,75 mm)	19,00 mm (3/4")	19,00 mm (3/4")

Sumber: SNI 1742:2008. Cara Uji Kepadatan Tanah Ringan Untuk Tanah, p.4.

2.4 Identifikasi Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif adalah tanah yang akan mengembang bila kadar airnya bertambah dan sebaliknya akan menyusut bila kadar air berkurang. Kondisi tanah ini biasanya memiliki mineral yang mudah mengembang, yaitu *montmorillonite*. Istilah tanah ekspansif dan potensi pengembangan (*swelling potential*) biasanya digunakan untuk menunjukkan tanah yang mudah mengalami perilaku kembang dan susut. Perubahan kadar air yang berbeda dari daerah yang satu ke daerah lainnya menyebabkan tanah mengembang sehingga permukaan perkerasan jalan yang berada di atas tanah berubah menjadi bergelombang tidak rata. Aktivitas tanah ekspansif dapat menimbulkan dampak buruk bagi struktur bangunan karena tekanan pengembangan yang dihasilkan dapat mengangkat bangunan di atasnya, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan perkerasan jalan dan gedung-gedung. (Hardiyatmo, 2014)

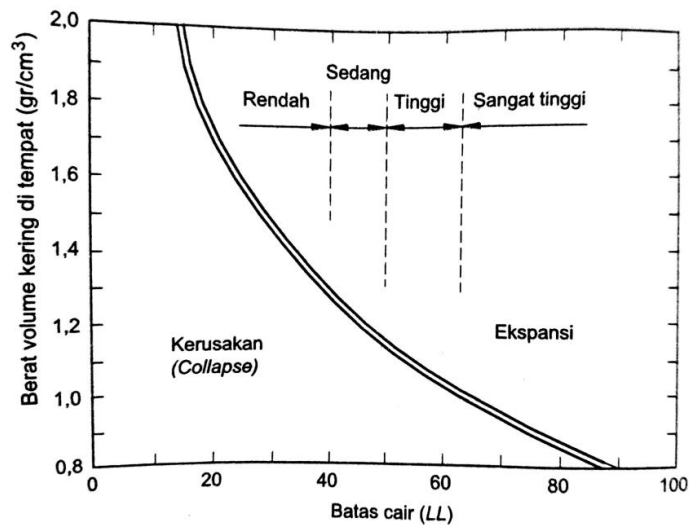
Chen (1975) menyimpulkan bahwa tanah ekspansif umumnya mempunyai rentang batas cair dengan batas plastis yang besar dengan Indeks plastisitas yang tinggi, biasanya lebih besar dari 30%. Tanah ekspansif dapat diidentifikasi melalui metode indeks tunggal (Snethen et al., 1975). Metode yang ini dilakukan dengan cara mengukur potensi pengembangan tanah dengan menggunakan uji batas atterberg. Terdapat hubungan antara potensi pengembangan tanah dengan indeks plastisitas (PI), batas cair (LL) dan batas susut (SL) yang disarankan oleh Chen (1988) dalam menilai suatu potensi pengembangan yang dapat dilihat dalam Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Klasifikasi tingkat pengembangan berdasarkan LL, SL, dan PI

Tingkat Pengembangan	Batas Cair (LL%)	Batas Susut (SL%)	Indeks Plastisitas (PI%)
Rendah	20 - 35	>15	0 – 15
Sedang	35 - 50	10 - 15	10 – 35
Tinggi	50 - 70	7 - 12	20 - 55
Sangat Tinggi	>70	<11	>

Sumber: Chen (1988)

Mitchell & Gardner (1975); Gibbs (1969) menyatakan bahwa berdasarkan pengalaman *U.S Water and Power Resources Service*, terdapat hubungan berat volume kering (γ_d) dan batas cair (LL) untuk mengetahui sifat mudah mengembang dan kerusakan struktur tanah yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4 (dalam Hardiyatmo, 2014). Gambar 2.4 menunjukkan bahwa jika batas cair (LL) membesar, maka pengembangan akan semakin sangat tinggi juga.



Gambar 2.4 Tingkat- tingkat pengembangan berdasarkan batas cair

Sumber: Mitchell, J.K., & W. S. Gardner (1975); Gibbs, H.J.(1969) dalam Hardiyatmo, H.C., (2014), Tanah Ekspansif: Permasalahan dan Penanganannya, p. 60.

2.5 Pengembangan (*swelling*)

Pengembangan (*swelling*) berarti volume tanah menjadi lebih besar dari sebelumnya akibat peningkatan kadar air, karena menyerap air yang ada sebanyak mungkin (Darwis, 2018). Mitchell (1976) menyatakan bahwa perubahan volume terjadi sebagai akibat dari perubahan lingkungan yang ada seperti kepadatan dan kadar air (dalam Arbianto, 2016). Setiawan (2008) menyimpulkan bahwa kepadatan (*density*) dan kadar air (*water content*) dapat mempengaruhi pengembangan. Pengembangan (*swelling*) merupakan proses terjadinya kelebihan air, sedangkan penyusutan (*shrinkage*) terjadi bila airnya terus berkurang (dalam Arbianto, 2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengembangan tanah ekspansif adalah mineral *montmorillonite*, waktu pembasahan, dan ketebalan sampel tanah. Faktor-faktor ini cenderung membuat pengembangan tanahnya akan bertambah seiring dengan meningkatnya nilai faktor tersebut (Chen, 1975).

Pengembangan dapat diartikan sebagai bertambahnya volume. Saat tanah bersentuhan dengan air bebas, maka volume dan kadar air tanah meningkat, proses ini yang dikenal sebagai pengembangan (Terzaghi & Peck, 1993). Proses pengembangan (*swelling*) adalah meningkatnya volume tanah secara perlahan-lahan yang disebabkan oleh air yang berlebihan (Craig, 1986). Jadi, klasifikasi pengembangan memperlihatkan tingkatan pengembangan kualitatif, misalnya rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi (Pardoyo & Arif, 2006).