

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Ketika digunakan dalam teknik sipil, tanah yang terdiri dari bahan lepas, bahan organik dan sedimen ditempatkan di dasar batuan padat (Hardiyatmo, 2006). Ikatan antar partikel yang berlebihan dapat disebabkan oleh hilangnya karbonat, organik, atau oksida di antara partikel. Rongga berisi partikel dapat berisi air, udara, atau keduanya.

Menurut Bowles (1984), istilah tanah adalah "campuran biji-bijian" yang mencakup semua biji-bijian sebagai berikut:

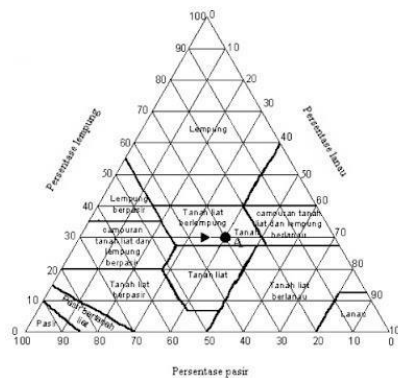
- a. Berangkal adalah bongkahan besar biasanya 200 hingga 300 mm dan dikenal sebagai batu bulat dengan ukuran 150 hingga 250 mm.
- b. Pasir (sand) adalah pasir halus yang ukurannya berkisar antara 0,074 mm sampai 5 mm dan menyebar antara 3 mm sampai 1 mm.
- c. Silt adalah sebutan untuk partikel debu halus dengan diameter 0,002 mm sampai 0,074 mm.
- d. Tanah lempung, didefinisikan sebagai partikel dengan diameter rata-rata kurang dari 0,002 mm, adalah tanah yang sangat mudah terbakar.
- e. Koloid adalah sebutan untuk partikel mineral kristal yang berukuran lebih besar dari 0,001 mm.
- f. Kerikil didefinisikan sebagai partikel batuan yang berukuran antara 5 mm dan 150 mm.

Secara umum tanah dapat diberbeda-bedakan menjadi 2 yaitu, tanah non-kohesif serta tanah kohesif. Tanah non-kohesif adalah tanah yang terdiri dari lapisan atas air dan tanah berpasir. Tanah kohesif adalah permukaan yang secara fisik tidak stabil dengan drainase dan drainase teratur yang mencegah inti tanah saling menempel sebagai mekanisme pertahanan. Manipulasi khusus dilakukan untuk menghindari kondisi kering seperti tanah lempung (Bowles, 1991).

2.2 Klasifikasi Tanah

Sebuah sistem penting untuk klasifikasi tanah telah dikembangkan dan dimaksudkan untuk digunakan dalam pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang terkandung dalam indeks sifat tanah yang berkaitan erat dengan distribusi ukuran butir dan kepadatan tanah fleksibel. Meskipun ada beberapa sistem saat ini untuk mempelajari struktur tanah, tidak ada satupun yang baik dalam memberikan penjelasan yang jelas tentang potensi masalah dalam melakukannya. Ini karena sirkuit ground sangat beragam. (Das 1995, Mekanika Tanah 1).

Sebuah sistem untuk mengklasifikasikan berbagai jenis tanah disebut "pembagian tanah terstruktur", tetapi juga memiliki seperangkat aturan ketat yang mengikuti bagaimana setiap jenis tanah digunakan.



Gambar 2.1 Sistem klasifikasi berdasarkan Tekstur (USDA)

Sistem klasifikasi menurut hasil pengujian laboratorium, yang seringkali digunakan, yaitu *USCS (Unified Soil Classification System)* serta *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)*. Sistem- sistem ini memakai sifat-sifat indeks tanah yang sederhana.

2.2.1 Sistem Klasifikasi *Unified*

Sistem klasifikasi menurut hasil pengujian laboratorium, yang digunakan paling rahasia, disebut unit sistem tanah. Prosedur laboratorium yang digunakan adalah nuklir dalam analisis hasil *Atterberg*. Berdasarkan hasil percobaan ini, tergolong dalam dua klasifikasi.

Ada dua kelompok utama tanah yang menghasilkan butiran kasar. Tanah yang menghasilkan butiran halus ketika lima puluh persen (>50%) atau tanah yang menghasilkan butir kasar ketika kurang dari lima puluh persen (50%). Klasifikasi ini umumnya digunakan untuk konstruksi dataran rendah (udara) dan pekerjaan hibah tanah khusus di jalan raya utama.

Ada dua kriteria dalam sistem klasifikasi terpadu, yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah, kerikil, dan pasir, yang kandungan beratnya kurang dari 50%, merupakan contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol untuk kelompok ini diwakili oleh huruf G atau S. G adalah singkatan dari gravel atau area yang dipenuhi kerikil, dan S untuk sand atau area yang dipenuhi kerikil.
- b. Tanah berbutir halus, atau tanah, adalah tanah yang membentuk lebih dari 50% dari keseluruhan model tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini diikuti huruf M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik, dan O untuk lanau dan lempung organik. Lambang PT digunakan untuk gambut, lumpur, dan bahan sejenis gambut lainnya yang menggunakan kadar organik panas.

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis		
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0.075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil 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 berlanau, campuran kerikil-pasir-lempung	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Pasir lebih dari 50% dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4.75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0.075 mm)	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Manual untuk Identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung hirus (lean clays)		
OL		Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah			
MH		Lanau tak organik atau pasir halus distomee, 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	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi			

(Sumber : Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, 2006)

Gambar 2.2 Klasifikasi Tanah Sistem *Unified*

2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini didirikan pada tahun 1929 sebagai sistem klasifikasi administrasi jalan umum.

Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan. Komite Badan Penelitian Jalan Raya tentang Klasifikasi Material untuk Jalan Subgrade dan Tipe Granular mengadopsi versi saat ini pada tahun 1945, itulah sebabnya saat ini digunakan (Standar ASTM no D-3282, metode AASHTO M145).

Dalam sistem ini, tanah diklasifikasikan menggunakan sepuluh kelompok utama, dari A-1 sampai A-7.

Bila suatu tahn diklasifikasikan sebagai A-1, A-2, atau A-3, berarti memiliki perbandingan butir 35 persen atau lebih dibandingkan dengan total butiran tahn pada saat klasifikasi, yaitu 200.

Tanah dimana lebih dari 35% butirannya untuk ayakan No. 200 diklasifikasikan dalam golongan A-4, A-5, A-6, dan A-7. Sebagian besar butiran dalam kelompok A-4 sampai menggunakan A-7 sekarang terdiri dari tanah lanau dan tanah lempung. Kriteria berikut membentuk sistem klasifikasi:

- a. Ukuran utiran
 - 1) Kerikil, sebidang tanah dengan saringan berdiameter 3 in. yang lolos dan terletak di saringan No.20.
 - 2) Pasir, bagian Tanah yang terletak di Saringan No. 10 dan juga ada di Saringan No. 200.
 - 3) Lanau, tanah Bagian No. 200 dengan Lolos Saringan.
 - 4) Lempung. tanah Bagian No. 200 dengan Lolos Saringan.

- b. Plastisitas

Tanah berlanau memiliki indeks plastisitas (PI) minimal enam (6) atau lebih, bersama-sama dengan: Jika suatu badan air memiliki indeks plastisitas (PI) paling sedikit sebelas (11) atau lebih, maka diklasifikasikan sebagai lempung. Apabila suatu batuan ditemukan mempunyai diameter lebih besar dari rata-rata (75 mm) suatu tanah, maka tanah tersebut dapat ditentukan bahwa tanah tersebut memenuhi kriteria dan harus dikategorikan dan disajikan demikian.

Klasifikasi Umum	material berbutir (<35% lolos saringan no.200)							tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	50 maks 30	----- 50 maks	----- 51 maks	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----	----- ----- -----
Sifat Fraksi yang lewat : # No.40 : Batas Cair Indeks Plastisitas		----- 6 maks	----- N.P	40 maks 10	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min	40 maks 10	40 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
Jenis Umum	Fragmen batuan Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil atau pasir lanauan atau lempungan				Tanah lanauan		Tamah lempungan	
Tingkat umum sebagai Tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Cukup baik sampai buruk			

(Sumber: Mekanika Tanah Edisi keenam, Hardiyatmo, 2012)

Gambar 2.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

2.3 Tanah Lempung

Pengertian jenis tanah menurut ukuran, komposisi, dan plastisitas tanah terdapat dalam sistem klasifikasi AASHTO and Unified (ASTM D-2487). Menurut sistem klasifikasi ini, setiap satu jenis tanah berbutir halus penyebab lempung dapat diklasifikasikan dalam banyak cara (tanah lempung). Tergantung pada komposisi dan mineral yang menyusun butirnya, lempung ini dapat diklasifikasikan sebagai salah satu dari beberapa jenis yang berbeda.

Tanah Lempung adalah tanah berdimensi mikron sampai dengan yang berdimensi submikron yang bersumber dari unsur unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras pada keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, dan pada keadaan air lebih tinggi akan bersifat lengket dan sangat lunak (Terzaghi, 1987).

Sedangkan menurut Das (1988), tanah lempung adalah jenis tanah yang tersusun dari partikel-partikel unik yang bila berada dalam kondisi dasar dapat merusak jaringan plastik. Prinsip-prinsip pemerintahan Tanah Lempung adalah sebagai berikut (Hadiyatmo, 1999):

- a. halus dengan diameter kurang dari 0,002 mm.
- b. Rendah permeabilitas.

- c. Aktifkan kapiler tinggi.
- d. Kohesif dengan hati emas.
- e. Ini kadar kembang susut.
- f. Proses konsolidasi lambat

Tanah butiran halus yaitu tanah lempung akan sering terganggu oleh udara. Dibandingkan lempung yang dipadatkan pada basah optimal, skala lempung yang dipadatkan pada kering optimal akan lebih besar.

Lempung yang diatur pada pengaturan optimal memiliki kecenderungan tinggi terhadap turbulensi udara karena memiliki afinitas yang lebih besar untuk pembersihan udara sebagai hasil yang sederhana dan mudah (Hadiyatmo, 1999).

2.3.1 Sifat Fisik Tanah Lempung

Menurut Bowles (1989), setiap mineral dalam lempung tanah memiliki sifat sebagai berikut:

1. Hidrasi

Partikel lempung mineral pada umumnya memiliki muatan negatif, oleh karena itu partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul udara yang disebut sebagai air adsorpsi. Lapisan yang dimaksud seringkali memiliki dua komponen molekuler karena kadang-kadang disebut sebagai lapisan difusi ganda atau lapisan ganda. Lapisan difusi ganda adalah lapisan yang dapat mempengaruhi molekul udara atau kation di sekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 600 °C hingga 1000 °C serta akan mengurangi plastisitas alami, tetapi sebagian udara juga bisa hilang relatif dengan pengeringan udara saja.

2. Aktivitas

Aktivitas tanah lempung menjadi perbandingan dengan penyajian butiran yang lebih dari kegiatan 0,002 mm dan Indeks Plastisitas (IP). Setelah itu, atribut indeks dapat digunakan untuk mengidentifikasi medan yang luas.

3. Flokulasi dan Dispersi

Beberapa artikel yang sangat menarik akan menghasilkan flok yang tidak stabil dalam kondisi akademis atau struktur besar yang akan menjauh dari garis pandang dengan menggunakan pembentukan sedimen yang cepat. Flokulasi adalah suatu kondisi di mana partikel-partikel udara terperangkap karena udara mineral di sekitarnya biasanya terbuat dari memiliki pH lebih besar dari 7. Penggunaan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H⁺) dapat digunakan untuk menetralkan larutan flokulasi, tetapi penggunaan bahan-bahan basa akan mempercepat flokulasi. Salah satu pilihan untuk mengurangi turbulensi udara adalah dengan menggunakan zat asam.

4. Dampak Zat Cair

Udara yang berada di bawah struktur tanah lempung tidak keruh dari segi kimiawi. Apabila menggunakan udara yang telah terkontaminasi, pemakaian air suling yang cukup apung dapat memberikan hasil yang sangat bebas sinkron dari apapun yang ditemukan sebagai hasil tanah di lapangan. Udara berperan sebagai penentu sifat lempung plastik alam.

5. Sifat Kembang Susut (Potensi Pengembangan)

Peningkatan plastisitas merupakan akibat dari perubahan cara sistem tanah menggunakan udara yang mencegah keseimbangan tenaga-tenaga di bawah struktur tanah tetap terjaga.

2.4 Tanah Lempung Ekspansif

Biasanya, Pada umumnya tanah terbuka terbentuk pada lereng-lereng terjal di kaki dataran aluvial.

Berbagai jenis batuan dasar dari tanah yang diperluas mengembang selama proses lempung, termasuk batuan pelatihan yang diklasifikasikan sebagai basal, menengah, batulempung, serpih, dan aluvial.

Kandungan liat luas terdapat pada 30-90 persen sampel dan umumnya didominasi oleh smektit dan montmorillonit.

Lempung ekspansif merupakan satu-satunya jenis mineral-mineral medan ekspansif. Hal ini ditandai dengan memiliki horizon kolodial yang halus. Lempung

dalam hal ini memiliki sifat yang khas, yaitu kandungan mineral ekspansifnya memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi, sehingga lempung ekspansif memiliki potensi pertumbuhan yang tinggi sebagai respon terhadap perubahan kualitas udara. Jika terjadi peningkatan turbulensi udara dan pengembangan turbulensi. Sedangkan perbedaan akan terjadi jika udara di sekitar level tersebut naik ke level penyusutan. Kontraksi fitur ini dapat merusak bangunan.

Karena keseimbangan muatan positif dan negatif, perubahan tingkat sistem pengisian yang melindungi sistem muatan udara akan memburuk seiring waktu. Peningkatan muatan di udara pengering adalah pertukaran ion negatif dari pengering, menyebabkan pelepasan mineral darinya. Mineral lempung yang dikembangkan lebih tahan daripada mineral yang membentuk tanah yang belum berkembang. Kapasitas muatan yang besar mencegah daerah yang luas mengalami penyusutan yang tinggi (Bowles, 1991).

Secara khusus, proses pengembangan komposisi air tanah primitif sangat mempengaruhi perilaku tanah.

Tanah lempung yang menggunakan tanah liat dengan tekanan udara rendah lebih mungkin tumbuh daripada tanah lempung yang menggunakan tanah liat dengan tekanan udara tinggi. Ini mengkhawatirkan karena penggunaan tanah liat yang diangin-anginkan secara alami.



Gambar 2.4 Tanah Lempung Ekspansif

2.4.1 Sifat Fisik Tanah Lempung Ekspansif

Montmorillonite adalah mineral lempung yang mudah digunakan dan banyak digunakan.

Penyerapan air pada bahan yang mengandung lempung ini akan menyebabkan pertumbuhan yang berbeda tergantung pada jenis dan kandungan montmorillonit, jenis pertukaran ion, kandungan elektrolit fase cair, dan struktur internal bahan. Ketika didefinisikan sebagai ukuran partikel, istilah "tanah lempung" didefinisikan sebagai partikel koloid yang sangat halus dengan ukuran partikel kurang dari atau sama dengan 2 mikron.

Biasanya, tanah liat dibuat dari aluminium silika terhidrasi dengan lapisan permukaan perekat campuran, yang ulet dan mudah dipasang kembali jika ada, serta membengkak dan mengerut karena perubahan kualitas udara. Ekspansi tanah (pengembangan) adalah unit pengukuran untuk volume udara terkompresi. Kapasitas ekspansi volume tergantung pada peningkatan kadar air, indeks plastisitas, grade dan tekanan overload. Massa tumbukan tereduksi adalah definisi susut besar pada tanah (susut).

2.5 Stabilitas Tanah

Stabilitas tanah digunakan untuk memisahkan sifat fisis tanah dari material yang ada dan material yang cukup baik, sehingga menjadi material dengan sifat fisis yang baik. Stabilitas ini dapat memenuhi semua persyaratan pada tahap akhir dari proses konstruksi yang disebutkan di atas. Saat menggunakan sistem stabilisasi, selalu sesuai dengan bahan yang digunakan atau keadaan area saat ini relatif terhadap area yang distabilkan.

Ada beberapa pedoman khusus tanah yang direkomendasikan ketika menjelaskan tanah stabil yang tersedia. Secara umum, ada empat karakteristik tanah tanah yang umum digunakan yang harus diperkuat dengan prinsip stabilisasi tanah, yaitu:

1. Stabilitas Volume Tanah

Stabilitas volume tanah dengan perubahan volume yang berkaitan dengan kandungan udara, mempengaruhi setiap lempung yang membengkak dan

menyusut karena kandungan air yang ada dalam tanah. Perubahan musim sering terjadi saat acara pemurnian udara ini terjadi. memaksa.

2. Kekuatan

Perubahan beban eksternal yang sering dapat bekerja sama karena gaya internal terhalang oleh perubahan volume kelembaban tanah. Metode yang digunakan untuk mengetahui keadaan danau adalah dengan menyelidiki kuat geser dan daya dukung tanah.

3. Permeabilitas

Permeabilitas lempung didasarkan pada permeabilitas sistem karena pori-pori dan kapasitasnya.

Secara umum, pembentukan tekanan udara dan sirkulasi permeabel melalui permukaan berpori adalah permeabilitas penyerap (arus bocor). Jika permeabilitas dasar laut terlalu tinggi, biasanya karena kompresinya kurang dari ideal. Oleh karena itu, masalah saat ini dapat diselesaikan dengan membangun sistem drainase, sehingga aplikasi dan proses stabilisasi dapat bekerja dengan baik.

4. Fleksibilitas

Fleksibilitas didefinisikan sebagai ketahanan permukaan selama konstruksi terhadap cuaca, erosi dan kondisi lokal berikutnya. Daya tahan yang buruk dapat menyebabkan tanah tidak stabil serta masalah ketidakstabilan di daerah sekitarnya. Meskipun hal ini sering terjadi, ini bukan karena kesalahan desain perkerasan; bukan karena biaya pemeliharaan jalan yang terus meningkat.

2.5.1 Stabilitas Tanah Lempung

Stabilisasi tanah adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas diurnal lapisan tanah tertentu dengan mengikuti serangkaian tindakan (terapi) tertentu sehubungan dengan keadaan lapisan saat ini. Untuk mencapai kadar yang

diinginkan, stabilisasi tanah sering kali melibatkan pencampuran tanah dengan tanah lain atau pencampuran tanah dengan bahan tanaman tambahan agar lebih sesuai dengan spesifikasi tanah.

Sementara menilai sifat teknis bahan, teknik mulai dari yang paling sederhana seperti pemadatan sampai yang paling kompleks seperti semen, kapur, fly ash, injeksi semen (joining) dan pemanasan dapat digunakan. Tanah seperti daya dukung, permeabilitas, kemampuan kerja, pertumbuhan dan kerentanan terhadap perubahan kualitas udara.

Metode standar berikut ini sendiri atau dalam kombinasi dapat digunakan untuk menstabilkan daerah rawan petir:

a. Mekanika keseimbangan

Stabilitas mekanis mengacu pada stabilitas yang dicapai dengan meningkatkan tegangan permukaan air. Metode yang digunakan adalah kompresi, baik dengan silinder, tumbukan, atau dengan sesuatu yang lain sama sekali.

b. Aditif penstabil

Tujuan stabilisasi aditif adalah untuk menjaga kualitas. Ini dapat dilakukan secara fisik dengan berjongkok di atas sebidang tanah yang bentuknya tidak beraturan, seperti berjongkok di atas sebidang tanah liat. Metode stabilisasi lainnya menggunakan aditif termasuk semen, kapur, limbah karbida, dll. campuran tanah menggunakan aditif. Metode ini sering digunakan untuk menstabilkan domain lempung, karena selain sifat ikatan, bahan dapat meningkatkan berbagai sifat lempung, antara lain daktilitas, kekuatan, dan penyerapan air.

2.5.2 Stabilitas Tanah Lempung Ekspansif

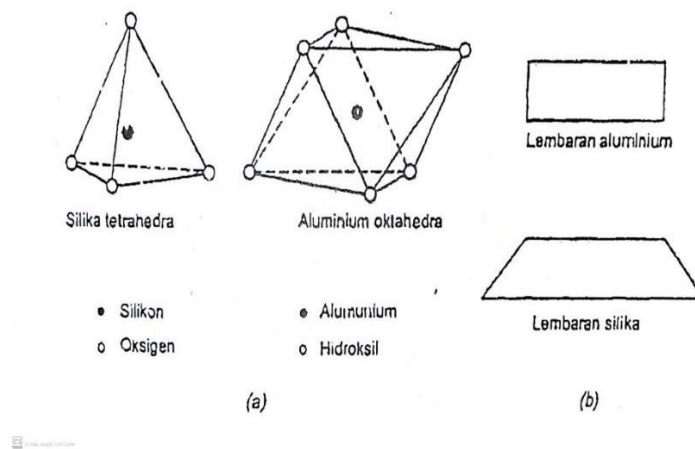
Stabilisasi adalah satu-satunya cara atau pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan konflik yang disebabkan oleh tanah liat besar dengan menggunakan metode perlindungan tanah eksogen. Selain meningkatkan daya dukung tanah dalam menahan beban, peningkatan tanah juga bertujuan untuk menstabilkan tanah.

Secara umum, ada dua cara untuk menstabilkan tanah: metode mekanis dan kimia.

Tujuan dari stabilisasi tanah secara mekanis adalah untuk mendapatkan tanah yang bergradasi baik dan pada akhirnya mampu memenuhi sifat-sifat yang diinginkan. Stabilitas kimia dapat dicapai dengan penggunaan aditif. Salah satu cara yang murah dan efektif untuk melindungi taiga yang mengembang adalah dengan menambahkan bahan kimia yang dapat membuat mineral lempung menjadi rapuh, sehingga meningkatkan pembengkakan dan penyusutan taiga yang mengembang (Sudjianto, 2006).

2.6 Mineralogi Lempung Ekspansif

Menurut ukuran butir, lempung adalah tubuh partikel yang terdiri dari mineral lempung yang lebih kecil dari 2 mm, yang ukurannya bervariasi dari 0,002 mm sampai 0,005 mm.



Gambar 2.5 Mineralogi Lempung Ekspansif

Jenis mineral lempung yang umum terdapat pada tanah lempung antara lain:

1. *Kaolinite*

Kaolinite adalah anggota dari kelompok mineral serpentin, yaitu aluminium silikat terhidrasi dengan rumus kimia $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Butir kaolinit, kekakuan sifat struktural plastisitas asli, dan kekuatan ekspansi atau kontraksi kaolinit rendah.

2. *Illite*

Illite adalah mineral mika dengan rumus kimia $K_yAl_2(Fe_2Mg_2Mg_3)(Si_4Al_y)O_{10}(OH)_2$. Umumnya dikenal sebagai mika bumi dan tanah liat mika.

Istilah buta huruf digunakan untuk pantai berbutir halus dan istilah mika hidrus digunakan untuk pantai berbutir kasar.

3. *Montmorillonite*

Mineral ini memiliki kemampuan untuk plastis dan menginduksi pertumbuhan atau penyusutan pada suhu tinggi. Rumus kimia montmorillonit adalah $Al_2Mg(Si_4O_{10})(OH)_2 \times H_2O$.

4. *Bentonite*

Bentonite adalah satu-satunya jenis montmorillonit yang dihasilkan dari transformasi mineral vulkanik. Peringatan bentonit dari putih ke hijau aluvial atau abu-abu. Karena bentonit merupakan mineral montmorillonit berskala besar dengan kandungan koloid granuler yang sangat tinggi. Bentonit memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi dan natrium bentonit, misalnya, dapat menahan 600-700% udara. Sebaliknya, kalsium bentonit dapat mengandung 200-300 persen udara.

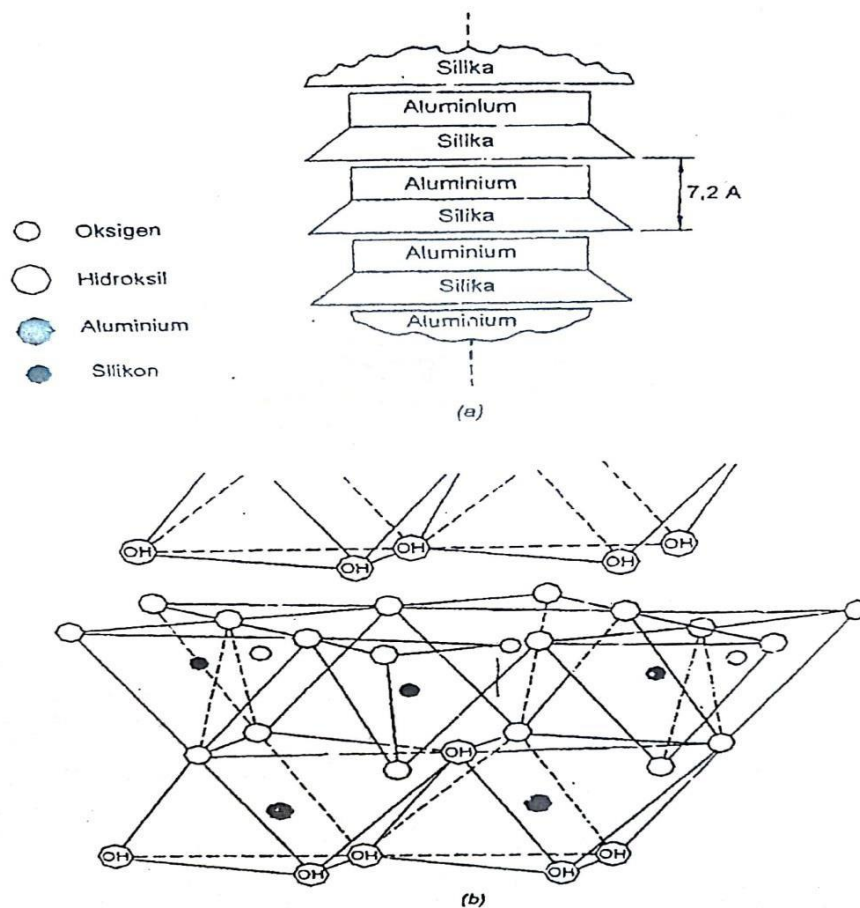
5. *Halloysite*

Hampir sama dengan kaolinit, tetapi dengan komposisi yang lebih cair dan tersebar oleh lapisan monomolekuler udara. Mineral ini akan berperilaku berbeda jika satu lapisan udara dikurangi dengan penguapan. Jika diterapkan sampai satu lapisan molekul air tercapai, sifat butiran halus daritanah yang mengandung haloisit akan menajam dan muncul kembali.

Mineral	Batas Cair	Batas Plastis	Batas Susut
<i>Montmorillonite</i>	100 – 900	50 – 100	8,5 – 15
<i>Nontronite</i>	37 -72	19 – 27	-
<i>Illite</i>	60 – 120	35 – 60	15 – 17
<i>Kaolinite</i>	30 -110	25 – 40	25 – 29
<i>Hollo terhidrasi</i>	50 – 70	47 – 60	-
<i>Halloysite</i>	35 – 55	30 – 45	-
<i>Attapulgite</i>	160 – 230	100 – 120	-
<i>Chlotite</i>	44 – 47	36 – 40	-
<i>Allophane</i>	200 – 250	130 – 140	-

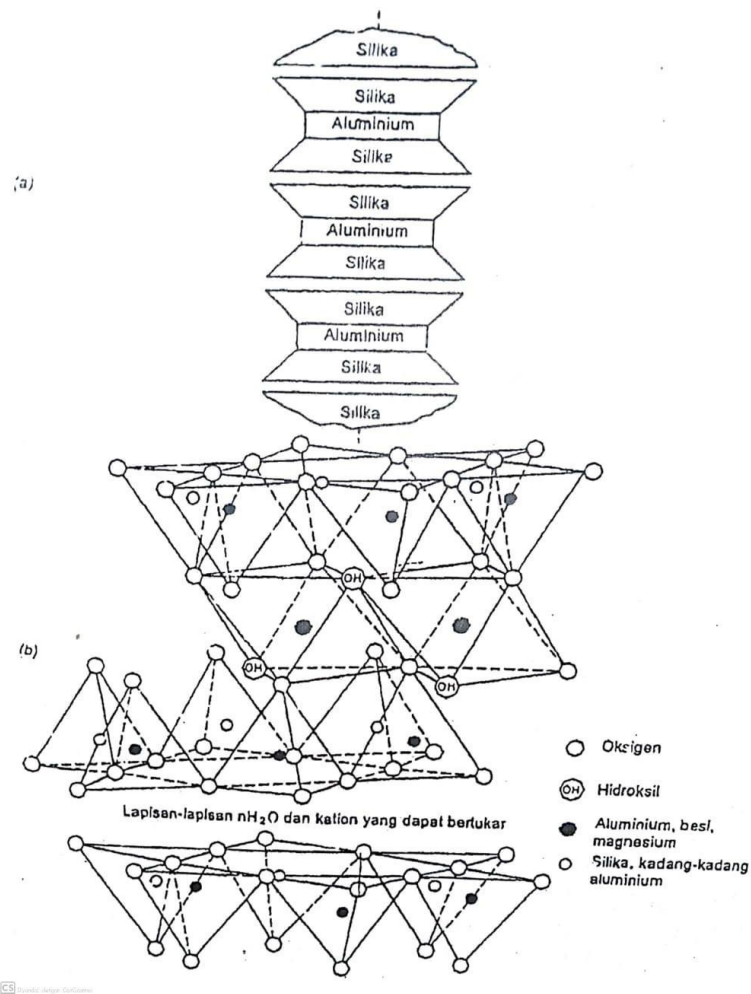
(Sumber: Mitchell, 1976)

Tabel 2.1. Batas konsistensi mineral lempung



Gambar 2.6 (a) Diagram skematik struktur kaolinite (Lambe,1953).

(b) Struktur Atom kaolinite (Grim,1959).



Gambar 2.7 (a) Diagram skematik struktur montmorillonite (Lambe, 1953).

(b) Struktur Atom montmorillonite (Grim, 1959).

2.7 Fly Ash

Fly ash adalah zat yang menggunakan lapisan yang digunakan dengan sangat hati-hati. *Fly ash* merupakan salah satu jenis material yang biasa disebut material pozzolan karena mengandung berbagai material pozzolan, antara lain *Silica* (SiO_2), *Iron Oxide* (Fe_2O_3), *Aluminium Oxide* (Al_2O_3), *Potassium Oxide* (CaO), Oksida, magnesium (MgO). dan Sulfur (SO_4).

Penambahan fly ash ke tanah lempung menyebabkan reaksi pozzolan, yaitu reaksi antara kalsium yang ada dalam hard *fly ash* dan padatan. Selain kandungan alumina dan silika dalam tanah, *fly ash* meningkatkan kesuburan tanah. Faktor-faktor seperti kemurnian batubara dan batubara, tingkat bahaya dan tanda emisi

panas diusulkan untuk menjelaskan sifat fisik, kimia dan teknologi abu terbang. dan metode operasi, penyimpanan dan penyimpanan.

Fly ash menurut ASTM 618-78 dibagi menjadi dua grade, yaitu:

- a. *Fly ash* kelas C didefinisikan sebagai *fly ash* yang dihasilkan dari *bituminous lignit* atau *lignit*. Selain memiliki silika pozzolan, *fly ash* membentuk semen silika saat terkena udara dan tidak memerlukan kapur. Kandungan (SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3) minimal 50%.
- b. *Fly ash* yang dihasilkan dari batubara bituminous dikenal sebagai *fly ash* kelas F. *Fly ash* kelas F, kapur atau semen yang ada harus digunakan untuk mendapatkan volume semen per jam. *Fly ash* Kelas F saat ini menunjukkan tanda-tanda keausan. Kandungannya ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2 + \text{Fe}$) setidaknya 70%.

2.7.1 Pemanfaatan Fly Ash

Fly ash dapat digunakan kering atau basah. *Fly ash* dapat digunakan sebagai aditif untuk menstabilkan campuran tanah-tanah yang digunakan sebagai batu paving (*sub-base*) di jalan. *Fly ash* adalah aditif yang sangat umum digunakan sebagai stabilizer untuk tanah liat dan sebagai pengganti semen untuk beton.

Fly ash adalah jenis abu batubara yang paling umum dan dapat menyebabkan masalah serius setelah kontaminasi racun. Diperlukan pengelolaan alternatif untuk menyelesaikan konflik dalam pencemaran ini untuk mencegah penyebab masalah di sekitar yang digunakan untuk menstabilkan tanah.

2.7.2 Pengaruh Fly Ash Terhadap Tanah Lempung

Menurut Neville (1998), pozzolan adalah zat yang tersusun dari zat-zat seperti senyawa silika dan alumina. Pada umumnya larangan itu tidak bermakna seperti air mani saat ini. Pozzolan alami dan pozzolan sintesis adalah dua jenis pozzolan yang tersedia. Jenis pozzolan sintesis yang paling umum adalah *fly ash*, sedangkan bahan pozzolan alami seperti abu.

Fly ash mengandung silika dan alumina, yang meskipun tidak sama dengan air mani, dapat berbahaya bagi individu dengan cara yang sama. Oleh karena itu, *fly ash* merupakan salah satu jenis pozzolana.

Alumina dan silika dalam *fly ash* akan meningkatkan alumina dan silika di tundra akibat pengeringan tundra. Pada saat itu, panas yang dihasilkan oleh *fly ash* akan mengurangi jumlah udara di atmosfer selama proses hidrasi, dan kemudian menaikkan suhu laut dan indeks plastik menjadi tinggi. Tanah lempung dibutuhkan yang akan bereaksi dengan *fly ash* sesudah keduanya dicampur dan berakibat tanah menjadi lebih padat karena sifat pozzolan yang dikandung oleh *fly ash*.

2.8 Mekanisme Pengujian Laboratorium

Untuk menciptakan nilai dalam eksperimen lab tertentu, yang jelas-jelas benar tanpa masukan tambahan, ada beberapa prosedur yang harus diikuti secara ketat dengan menggunakan bahasa bisnis yang sudah ada dalam buku sebagai hasil dari eksperimen yang dilakukan.

2.8.1 Pengujian Indeks Properties

Sifat-sifat fisik tanah, juga dikenal sebagai sifat-sifat tanah dalam bentuk aslinya, digunakan untuk menentukan jenis tanah. Tes yang dimaksud adalah tes untuk mengidentifikasi sebidang tanah tertentu.

Bagaimanapun, sumbernya ialah berikut ini:

a. Uji kadar air (*Water content*)

Kandungan air sangat mengganggu fungsi tanah yaitu proses perkembangan. Dibandingkan dengan tanah dengan kadar air tinggi, tanah dengan kadar air rendah memiliki potensi pertumbuhan yang lebih besar. Hal ini karena tanah dengan kandungan udara yang rendah secara alami mampu menghasilkan lebih banyak udara.

Rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Air (gr)}}{\text{Berat Tanah Kering (gr)}} \times 100\% \dots \quad (\text{rumus 2.1})$$

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air } \omega = \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \times 100\% \dots \quad (\text{rumus 2.2})$$

Dimana :

M1= Berat cawan kosong.

M2= Berat cawan + tanah basah.

M3= Berat cawan + tanah kering.

Jenis Tanah	Kadar Air (%)
PasirLepas	30
PasirPadat	16
Pasirberlanau	15 – 25
LempungKaku	21
LempungLembek	30 - 50
LempungOrganikLembek	90
LempungBatu	10 – 20
Tanah Organik	50 – 85

(Sumber: Napitu, 2012)

Tabel. 2.2 Hubungan Kadar air dengan jenis tanah.

b. Pengujian Berat Jenis (GS) *Specific Gravity*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis butiran tanah.

Rumus:

$$\text{Berat Jenis (BJ)} = \frac{(W_2 - w_1)}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)} \dots\dots \quad (\text{rumus 2.3})$$

Dimana:

W1= Berat piknometer kosong+tutup

W2= Berat piknometer kosong + tanah kering +tutup

W3= Berat piknometer kosong + tanah kering +air+tutup

W4= Berat piknometer kosong +air+tutup

Jenis Tanah	Berat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanauorganic	2,62 - 2,68
Lempungorganic	2,58 - 2,65
Lempung non organic	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

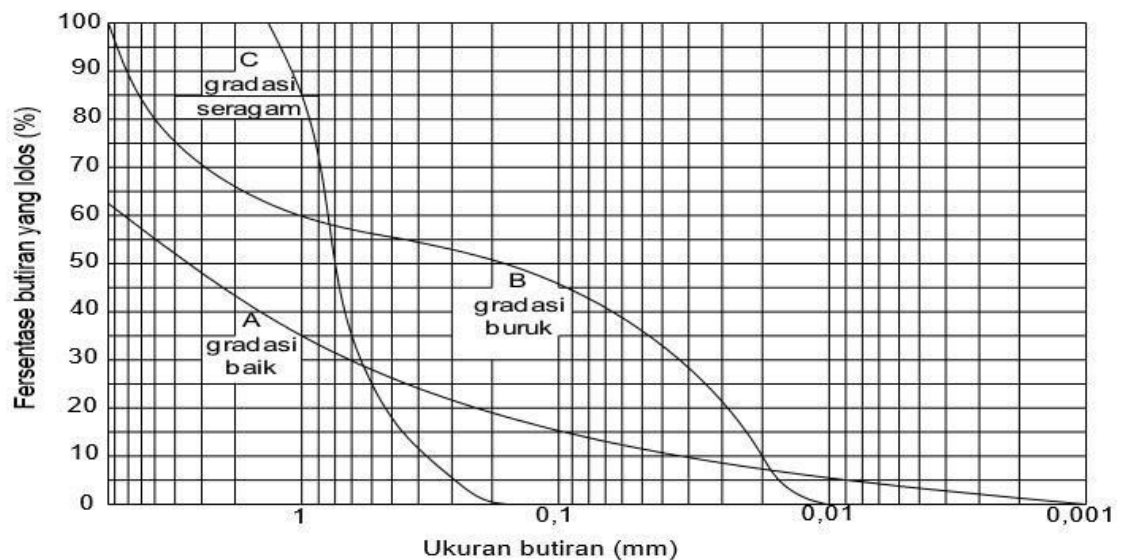
(sumber: Hardiyatmo, 1992)

Tabel 2.3 Berat Jenis Tanah

c. Analisa Saringan

Analisa saringan ini dimaksudkan untuk memilih pembagian butiran pada sampel tanah yang dipergunakan. Tujuannya ialah untuk memilih pembagian ukuran butiran suatu contoh tanah. Perhitungan: Persentase tanah yang tertinggal pada masing-masing ayakan:

$$\frac{\text{Berat Tanah yang Tertinggal}}{\text{Berat Total}} \times 100\% \dots\dots \quad (\text{rumus 2.4})$$



Gambar 2.8 Analisis Distribusi berukuran Butiran

d. Pengujian batas-batas konsistensi (Atterberg Limit) Atterberg (1911) mengembangkan metode untuk menentukan konsistensi tundra, di mana ada penyangga tipis udara variabel. Pembatasan Atterberg untuk beberapa tanah menunjukkan bahwa pola tersebut dihasilkan dari plastisitas tanah yang ada dan terkait erat dengan persepsi pembengkakan dan memar (penyusutan). Atterberg (1911) mengemukakan bahwa pelapukan yang terkait dengan penggunaan perubahan fluks dalam fase lempung adalah batas Atterberg. Batasan berikut meliputi:

1) Batas susut (Shrinkage Limits / SL)

Jika udara yang dipantulkan di sana meningkat, maka akan menyebabkan pasang naik. Tanah akan mencapai titik ekuilibrium tertentu ketika penggunaan udara resirkulasi yang terus menerus tidak mempengaruhi perubahan volume. Ketika volume tertentu air berubah volume, itu didefinisikan sebagai batas susut. Dalam kondisi ini, tanah liat akan sangat terangsang dan sulit untuk dikerjakan. Untuk mencegah pembentukan cairan kental atau permukaan berlapis plastik, batas cair (LL) mengacu pada kandungan udara (dalam persen) yang dihembuskan oleh tanah. Namun, jika kandungan udara berfluktuasi karena keterbatasan cairan, lantai akan menjadi kental atau tertutup plastik. Dalam hal ini, tanah akan terus rata dan lantai dengan kelelawar cair yang naik akan menunjukkan masalah sirkulasi udara.

2) Batas Cair

Untuk mengetahui kadar air tanah pada batas keadaan cair dilakukan uji batas cair. Tujuannya adalah untuk menentukan posisi tanah dalam kondisi batas.

Kategori	Presentase (%)
Batas cair rendah	20 – 25
Batas cair menengah	25 – 50
Batas cair tinggi	50 -70
Batas cair sangat tinggi	70 -80
Batascairekstra tinggi	>90

(Sumber: Krebs, 1971).

Tabel 2.4. Nilai Batas Cair Tanah lempung ekspansif

3) Batas Plastis (Plastis Limit/PL)

Batas plastis didefinisikan sebagai kandungan udara (persen) di mana tanah retak ketika ditarik dari silinder dengan diameter hingga 1/8 inci (3,2 mm). Batas plastis adalah batas plastis suatu tanah tertentu.

Massa kaleng kosong	Massa kaleng + Tanah basah	Massa kaleng + Tanah kering	Batas Plastis
M1 (g)	M2 (g)	M3 (g)	PL (%)
1,1	5,5	5	12,82
1,1	5	4,5	14,71
1,1	5	4	34,48

(sumber: Das, 1993)

Tabel 2.5 Batas Plastis

4) Indeks Plastisitas (Plasticity Index/PI)

Hasil indeks plastisitas dapat diketahui dengan melihat batas cair tanah dan batas plastis ($PI = LL - PL$). Hasil saat ini sering digunakan sebagai indikasi stabilitas pasar, terutama dalam kaitannya dengan inflasi dan pergerakan harga (kontraksi).

Uji konsistensi meliputi batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastis tanah ini pada tingkat yang konsisten, semuanya berdasarkan kandungan udara yang ada di dalam tanah, mineral tanah. Konsistensi tanah liat dan tanah lainnya serta tanah kohesif paling baik dipahami oleh kadar air tanah. Efek dari jenis tanah liat tertentu dikatakan tidak menyenangkan yang akan terjadi melalui peristiwa yang terjadi.

Penelitian *Atterberg Limit* dilakukan bertujuan dari pencarian ini adalah untuk mencari batas cair, batas plastis dan batas susut. Indeks plastisitas sampel tanah aktif.

a. Batas cair

Pengujian batas cair dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah pada batas keadaan cair. Tujuannya adalah untuk memilih dimana tanah berada dalam batas keadaan cair.

Perhitungan :

$$\omega = \frac{W_{sampel\ 1} + W_{sampel\ 2}}{2} \dots\dots \quad (\text{rumus 2.5})$$

b. Batas Plastis (Plastis Limits / PL)

Pengujian batas plastis ini dilakukan buat nilai kadar air terendah di saat tanah masih dalam keadaan plastis.

Perhitungan:

$$\omega = \frac{W_{sampel\ 1} + W_{sampel\ 2}}{2} \dots \quad (\text{rumus 2.6})$$

c. Indeks Plastisitas

Perhitungan:

Indeks Plastisitas PL = Batas Cair LL - Batas Plastis PL

d. Analisa Hidrometer

Pengujian ini dilakukan untuk memilih pembagian berukuran butir dari tanah yang lolos saringan No.200.

Perhitungan:

% Lebih halus (N)

$$\frac{G_s}{G_s-1} - \frac{V}{W_s} \gamma_c (R1 - R2) \times 100\% \dots \quad (\text{rumus 2.7})$$

Kalikan $\frac{1}{1000}$ karena pembacaan.

Dimana:

G_s = *Specific Gravity*

V = Volume Suspensi

W_s = Berat Tanah kering

γ_d = Berat jenis air di temperatur percobaan (biasanya 20°C)

$R1$ = Pembacaan hidrometer di suspense.

$R2$ = Pembacaan hidrometer pada air.

2.9 Pengujian Sifat Mekanis Tanah

a. Uji Pemadatan (*compaction*)

Pemadatan (*compaction*) adalah suatu proses yang digunakan untuk menggabungkan dua jenis padatan yang berbeda menjadi padatan yang lebih besar sehingga menyebabkan padatan tersebut menyatu dan mengecilkan pori-pori padatan tersebut.

Uji pemadatan ini dilakukan untuk memilih kadar air optimum, yaitu kadar air berat kering maksimum, serta untuk mengurangi kompresibilitas dan permeabilitas tanah. Proyek tanah saat ini sedang dilakukan di luar ruangan dan di tempat perkemahan menggunakan metode Uji Kompresi standar. Gunakan pengujian ini untuk menentukan kualitas udara yang ideal.

Perhitungan :

$$\text{Berat Isi Bersih} = \frac{\text{Berat Tanah}}{1000} \dots \quad (\text{rumus 2.8})$$

$$\text{Berat Isi Kering} = \frac{\text{Berat Isi Basah}}{100 + (\text{kadar air sebenarnya})} \times 100\% \dots \quad (\text{rumus 2.9})$$

$$\text{Berat} _ \text{Berat isi Kering} \times 1000 \dots \quad (\text{rumus 2.10})$$

$$\text{Volume Tanah Kering} = \frac{\text{Berat Tanah Kering}}{G_s} \dots\dots \quad (\text{rumus 2.11})$$

$$ZAV = \frac{G_s \times \gamma_w}{\left(1 + \left(\frac{\text{kadar air asumsi}}{100}\right)\right)} \times G_s \dots\dots \quad (\text{rumus 2.12})$$

b. *California Bearing Ratio* (CBR)

Tanah yang digunakan sebagai base atau sub-base untuk proyek konstruksi jalan tertentu seringkali membutuhkan pemadatan untuk membawa beban yang dihasilkan sesuai dengan harapan.

Metode yang paling efektif untuk memecahkan bantalan bawah tanah adalah *California Bearing Ratio* (CBR).

California Bearing Ratio adalah rasio antara beban penetrasi dari beban yang diberikan dan beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Berdasarkan AASHTO T-193-74 dan ASTM d-1883-73. Nilai CBR akan digunakan menggunakan lapisan tebal. Dibandingkan dengan bahan baku batuan dengan kandungan CBR sekitar 100% di bawah beban, harga CBR itu sendiri menunjukkan kualitas tanah yang lebih tinggi. (Soedarmo dan Purnomo, 1997). Berdasarkan metode yang digunakan untuk mengambil studi kasus, CBR diterjemahkan sebagai:

1) Laboratorium CBR (CBR *inplace* atau *field* CBR)

Poin-poin perencanaan CBR dapat dimasukkan dalam laboratorium CBR.

Tanah tanah yang dimaksud adalah jalan baru yang berasal dari tanah alam, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan dengan kepadatan maksimum 95%. Dengan menggunakan metode ini, daya dukung subfloor didefinisikan sebagai kemampuan lapisan tanah untuk memikul beban selama waktu tanah dinilai.

Oleh karena itu, laboratorium CBR diperoleh dari sampel tanah bergerak dan digunakan untuk menilai kondisi tanah.

Section	Material	Nilai CBR (%)
Subgrade	Sangat Baik	20-30
	Baik	10-20
	Sedang	05-10
	Buruk	>5

(Sumber: Timbul, 1968 dalam Raharjo, 1985)

Tabel 2.6 Kriteria CBR untuk Tanah Dasar Jalan (subgrade)

2) CBR Lapangan Rendaman (*undisturbed soaked CBR*)

Uji ketahanan CBR dilakukan dengan menggunakan alat area piston 3 in² menggunakan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,005 inci/menit dengan cincin bukti yang digunakan untuk mengukur beban yang diperlukan untuk penetrasi yang diukur.

Ini hanya mendefinisikan nilai CBR yang biasa digunakan untuk memasukkan grup entri 0,01" atau lebih kecil.

- Penetrasi 0,1" (0,254 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P1 \text{ (psi)}}{1000 \text{ (psi)}} \times 100\% \dots\dots \quad (\text{rumus 2.13})$$

- Penetrasi 0,2" (0,508 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P2 \text{ (psi)}}{1500 \text{ (psi)}} \times 100\% \dots\dots \quad (\text{rumus 2.14})$$

Dimana :

A = Pembacaan *dial* pada saat penetrasi 0,1"

B = Pembacaan *dial* pada saat penetrasi 0,2"

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR.

CBR	General Rating	Uses
0-3	Very poor	Sub-grade
3-7	Poor to fair	Sub-grade
7-20	Fair	Sub-base
20-50	Good	Base of sub-base
> 50	Excellent	Base

Tabel 2.7 Standar Lapisan Perkerasan Jalan