

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Dasar

Tanah dasar (*Subgrade*) adalah bagian terbawah suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis-lapis seperti yang biasa dipergunakan dalam konstruksi jalan raya (Soekoto, R, L. 1984). Karakteristik tanah dasar (*Subgrade*) akan banyak berpengaruh terhadap lapisan perkerasan di atasnya, karena mempersiapkan tanah dasar (*Subgrade*) merupakan suatu pekerjaan yang bersifat fundamental bagi pembuatan konstruksi jalan raya. Kekuatan dan keawetan dari konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dapat dimaklumi bahwa penentuan daya tanah dasar berdasarkan evaluasi tes-tes laboratorium tidak dapat mencakup secara detail sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar dari tempat demi tempat tertentu sepanjang suatu bagian jalan.

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 2012).

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan gletser, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley, 1977). Pengertian tanah menurut Bowles (1993), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut.

1. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
2. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm,
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.

Salah satu masalah utama bangunan teknik sipil adalah tanah lempung yang memiliki daya dukung tanah yang sangat rendah dan membuat tanah ini sangat tidak baik digunakan untuk sebagai dasar bangunan sipil. Tanah lempung yang akan dibangun wajib di stabilisasi sehingga memiliki daya dukung yang diizinkan yaitu 15 kN/m^2 . Sehingga dengan tanah yang telah distabilisasi maka tanah tersebut bisa mendukung beban yang ada di atasnya.

Cara mencegah timbulnya persoalan diatas makan beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain sebagai berikut.

1. Tanah dasar berkohesi dan dengan Indeks Plastis sama atau lebih besar dari 25 dilakukan usaha pencampuran dengan kapur atau bahan lain yang sesuai (ditentukan berdasarkan penyelidikan laboratorium).
2. Tanah dengan sifat mengembang yang besar, apabila pertimbangan biaya dan pelaksanaan memungkinkan. Tanah dengan sifat demikian dibuan dan diganti dengan tanah lain yang lebih baik. Apabila tidak maka perlu diselidiki sifat pengembangan tersebut agar dapat ditentukan langkah-langkah pengamanannya antara lain:

- a). mengusahakan subdrain yang cukup baik dan efektif agar air tanah dasar tetap berada dibawah harga yang dianggap berbahaya (penyelidikan laboratorium) sehubungan dengan sifat mengembang dari tanah tersebut, dan
 - b). memberikan beban statis permukaan (*surchage*) berupa urugan atau lapisan tambahan dengan tebal tertentu. Sedemikian sehingga bila diperhitungkan beratnya akan cukup mencegah taah dasar mengembang melebihi batas-batas yang dianggap berbahaya (ditentukan berdasarkan percobaan laboratorium).
3. Mengusahakan daya dukung tanah dasar yang merata apabila terjadi perbedaan daya dukung yang mencolok antara tanah dasar yang berdekatan (misalnya perubahan dari tanah lempung ke pasir/ tanah lempung kelanauan ke tanah lempung yang plastis atau juga perubahan dan galian ke urugan), maka harus diusahakan agar perubahan tebal perkerasan berjalan secara miring dan rata.
4. Perbaiki tanah dasar untuk keperluan mendukung beban roda alat-alat besar. Dalam hal ini khusus dimana daya dukung tanah dasar tidak untuk mencukupi untuk lewatnya alat-alat besar, harus diadakan cara-cara yang tepat sesuai dengan keadaan setempat sedemikian agar beban roda alat-alat besar dapat ditahan oleh tanah dasar. Perbaiki tanah dasar ini dapat berupa tambahan lapisan pondasi bawah diluar dari yang diperhitungkan untuk tebal perkerasan yang perlu.

Berdasarkan SNI-2002, UBC-97, IBC-2009, ASCE 7-10 memberikan penjelasan mengenai korelasi penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium. Klasifikasi profil tanah berdasarkan SNI-2002, UBC-97, IBC-2009, ASCE 7-10 dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Klasifikasi Jenis Tanah

Klasifikasi Site	\bar{V}_s (m/dt)	\bar{N}	\bar{S}_u (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Sedang	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastis, PI . 20, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa		

Sumber : BSN 2011

3.2 Bambu

Bambu sebagai bahan bangunan telah dikenal oleh nenek moyang suku-suku bangsa di wilayah Tropis terutama di Asia, seperti di daratan Cina, Jepang, Korea dan Nusantara. Bambu bahkan dapat disebut telah menjadi bagian penting tradisi kulutural yang berlangsung dalam puluhan generasi di sebaran geografis Nusantara. Penggunaan bambu sebagai bahan bangunan di Jawa dan Bali hampir 30%, sementara di Indonesia penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi hampir mencapai 80 %, dan 20% selebihnya digunakan untuk bahan-bahan non-konstruksi.

Bambu termasuk keluarga rumput-rumputan dan merupakan tumbuhan paling besar di dunia. Ada lebih dari 1200 spesies bambu dan kebanyakan terdapat di Asia. Tumbuhan yang indah ini, dengan kekuatan dan kelenturannya, memiliki manfaat yang tidak terbatas (Lopez dan Shanley, 2004). Sekitar 75 genus terdiri dari 1.500 spesies bambu di seluruh dunia, 10 genus atau 125 jenis diantaranya terdapat di Indonesia.

Jenis - jenis bambu di Indonesia sangat banyak yang digunakan untuk bahan konstruksi di Indonesia, tetapi mempunyai sifat alami yang kurang menguntungkan, khususnya sangat mudah diserang oleh rayap. Ketahanan terhadap serangan rayap erat kaitannya dengan masa terbang, disamping factor yang lainnya. Perlakuan pengawetan yang sangat sederhana, bisa membuat ketahanan bambu terhadap

serangan rayap dapat ditingkatkan. Para ahli telah banyak meneliti mengenai tingkat serangan rayap terhadap bambu yang disebabkan oleh kandungan amilum atau pati yang terkandung didalam batang bambu, dikarenakan pati dan amilum merupakan makanan utama rayap.

Sulthoni, 1983 dalam hasil penelitiannya mengenai kandungan pati terendah berdasarkan bulan panen bambu, terdapat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Prosentase Kandungan Pati 4 Jenis Bambu Selama 1 Tahun

Bulan	Jenis Bambu dan Kandungan Patinya			
	Ampel (%)	Petung (%)	Ulung (%)	Apus (%)
Januari	0,50	0,48	0,33	0,26
Februari	1,55	1,24	0,31	0,31
Maret	3,96	2,08	0,36	0,38
April	1,99	0,32	0,38	0,42
Mei	4,08	0,90	0,53	0,37
Juni	3,70	0,56	0,42	0,30
Juli	1,90	0,40	0,30	0,39
Agustus	2,67	0,46	0,54	0,29
September	3,58	2,07	0,27	0,28
Oktober	4,73	0,49	0,32	0,26
November	6,22	0,46	0,32	0,50
Desember	2,82	0,48	0,37	0,31
Rata-rata	3,41	0,83	0,37	0,33

(Sumber : Sulthoni, 1983)

3.3 Stabilitas Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar atau *subgrade* merupakan lapisan yang paling atas. Dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Untuk meningkatkan daya dukung tanah diperlukan suatu usaha stabilisasi dengan cara pemadatan dan suatu rancangan campuran dengan sejumlah material tertentu atau bahan aditif lainnya yang banyak digunakan.

Usaha untuk memperbaiki atau merubah sifat-sifat tanah yang disebut stabilisasi tanah, dapat berupa penambahan penggantian material baru, pemadatan, penambahan bahan kimia, pemanasan, pendinginan, mengalirkan arus listrik dan lain-lain. Secara garis besar stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu

stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimia (Ingels and Metcalf, 1977).

1. Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah suatu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan merubah struktur atau menambahkan jenis tanah lain yang tidak mempengaruhi sifat tanah tersebut. Cara ini dapat berupa pemadatan, menambahkan dan atau mengganti dengan tanah yang lain, ledakan dan tekanan statis.

2. Stabilisasi Fisik

Stabilitas fisik adalah perubahan sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan (*heating*), pendinginan (*cooling*) dan menggunakan arus listrik (*electricity*). Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering digunakan adalah pemanasan, pada pemanasan dengan temperature yang cukup (diatas 900° C), lempung yang sudah mengeras tidak dapat dirubah lagi dan selanjutnya jika direndam air tidak akan mengurangi kekuatsannya (Ingels dan Metcalf, 1977).

3. Stabilisasi Kimia

Stabilitas kimia adalah dengan cara penambahan bahan kimia padat atau cair pada tanah sehingga mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah.

Dalam penelitian ini, penyusun menggunakan stabilisasi kimia, yaitu stabilisasi dengan cara penambahan bahan kimia padat atau cair pada tanah sehingga mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah tersebut. Bahan yang biasa dipakai untuk stabilisasi kimia antara lain adalah semen, gamping, abu batu-bara, sodium, kalsium klorida dan limbah pabrik kertas (Bowles, 1993).

3.4 Pengujian Sifat Tanah

3.4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah meliputi pengujian kadar air, pengujian berat jenis, analisis hidrometer, pengujian analisis saringan dan klasifikasi tanah.

1. Kadar air tanah (w) adalah perbandingan antara berat air (W_w) yang ada dalam tanah dengan berat kering tanah (W_s), kadar air dinyatakan dalam Persamaan 3.1 berikut.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \quad (3.1)$$

2. Berat jenis (G_s) tanah adalah nilai banding antara berat tanah kering (γ_s) dengan berat air (γ_w) dengan volume yang sama pada temperatur tertentu yaitu biasanya adalah $27,5^\circ \text{C}$, berat jenis dinyatakan dalam Persamaan 3.2 berikut.

$$\text{Berat Jenis } (G_s) \text{ (pada } t^\circ \text{C)} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.2)$$

3. Analisis hidrometer adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan prosentase ukuran butir tanah yang lolos saringan No 10.
4. Analisis saringan adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan prosentase ukuran butir tanah yang lolos saringan No 200.
5. Klasifikasi tanah adalah untuk menentukan jenis tanah sampel yang didapat dari hasil analisis hidrometer dan analisis saringan.

3.4.2 Sifat Indeks Tanah

Atterberg pada tahun 1911 telah berhasil mengembangkan suatu metode untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan pada kadar air yang bervariasi. Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi.

Batas cair (*liquid limit*) adalah sebagai kadar air pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas daerah plastis. Nilai batas cair dapat diperoleh dengan pengujian kerucut jatuh (*fall cone test*) atau dengan Casagrande.

Batas plastis (*plastis limit*) adalah sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air yang akan membuat tanah tidak akan mengalami perubahan volume lagi jika ada pengurangan kadar airnya.

Pengujian batas susut (*shrinkage limit*) adalah keadaan air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan

kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam Persamaan 3.3 berikut ini.

$$SL = \left(\frac{V_o}{W_o} - \frac{1}{G_s} \right) \times 100\% \quad (3.3)$$

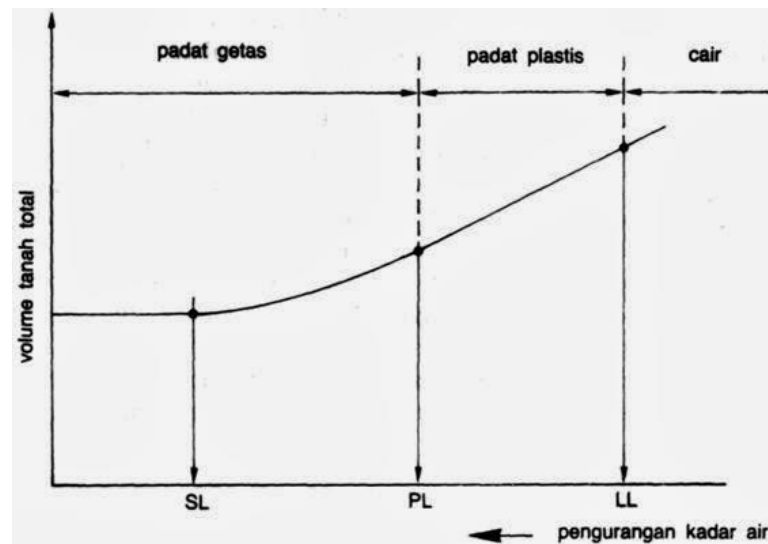
Keterangan : SL = Batas Susut tanah

V_o = Volume benda uji kering

W_o = Berat benda uji kering

G_s = Berat jenis tanah

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat hubungan variasi kadar air dan volume tanah total pada kedudukan batas cair, Batas plastis dan batas susutnya.



Gambar 3.1 Variasi Volume dan Kadar Air

(sumber : Hardiyatmo, 2012)

3.5 Pengujian Pemadatan

Pemadatan adalah usaha meningkatkan berat volume kering dengan cara dinamis. Pemadatan tanah dapat berpengaruh terhadap kualitas tanah yaitu :

1. mempertinggi kuat geser tanah,
2. mengurangi sifat mudah pampat tanah,
3. mengurangi permeabilitas, dan

4. mengurangi perubahan volume sebagai akibat pengurangan kandungan air maksimum yang dapat mengisi pori-pori.

Uji pemadatan bertujuan untuk mencari hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah (berat volume kering) untuk tanah tertentu yang dipadatkan dengan tenaga pemadatan tertentu. Analisis pengujian uji proktor standar sebagai berikut.

1. Menghitung berat volume tanah basah (kepadatan tanah sampel uji), dapat menggunakan pada Persamaan 3.4 berikut.

$$\gamma_b = \frac{W_2 - W_1}{V_o} \quad (3.4)$$

Keterangan: γ_b = Berat volume tanah basah (gr/cm^3)

W_1 = Berat cetakan (gr)

W_2 = Berat cetakan + tanah basah (gr)

V_o = volume cetakan (cm^3)

2. Menghitung kadar air dari sampel tanah yang digunakan, rumus yang digunakan pada Persamaan 3.1
3. Menghitung berat volume kering sampel tanah yang di uji dapat menggunakan pada Persamaan 3.5 berikut.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \frac{w}{100}} \quad (3.5)$$

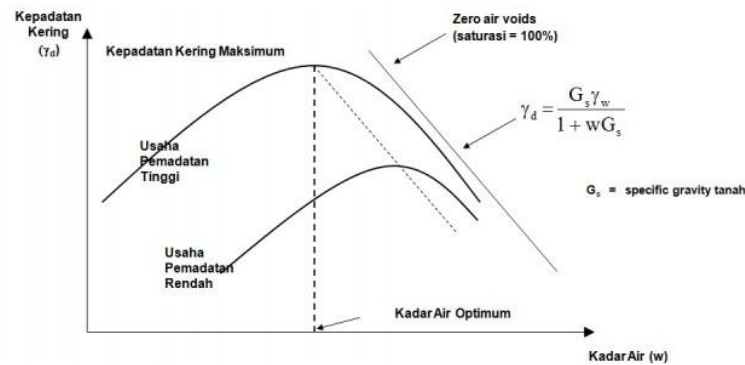
Keterangan : γ_d = Berat volume tanah kering (gr/cm^3)

γ_b = Berat volume tanah basah (gr/cm^3)

w = Kadar air tanah (dalam decimal)

4. Buat titik hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume kering sebagai ordinat (γ_d), kemudian gambarkan sebuah kurva yang halus yang menghubungkan titik-titik tersebut, dari kurva yang telah digambarkan tentukan kepadatan kering maksimum pada puncak kurva dan kadar air optimum.
5. Puncak kurva merupakan nilai (γ_d) maksimum, dari titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini merupakan kadar air optimumnya. Kemudian dari graifk hubungan antara kadar air dan berat

volume kering ditentukan maksimum dan kadar optimum pada tenaga tertentu (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Grafik Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air

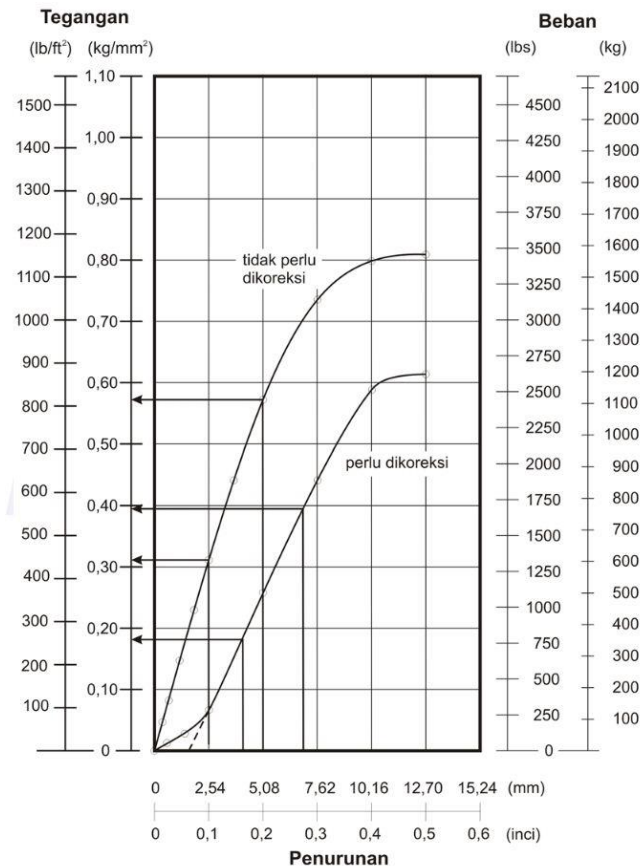
(sumber : Hardiyatmo, 2012)

3.6 Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*

Uji *CBR* dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai pada pembuatan perkerasan jalan raya. Uji ini dikembangkan oleh *California State Highway*.

Prinsip pengujian *CBR* adalah dengan menembus sampel tanah dengan kepadatan tertentu dalam suatu tabung menggunakan alat penekan standar. Alat penembus yang digunakan adalah sebuah piston berpenampang bulat dengan luas 3 in^2 dan kecepatan konstan sebesar $0,05 \text{ in per menit}$.

Pada beberapa keadaan permulaan kurva beban cekung akibat kurang ratanya pematatan atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini titik nol nya harus dikoreksi, grafik seperti pada contoh grafik hasil percobaan *CBR* pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Contoh Grafik Hasil Pengujian CBR

Nilai *CBR* (dinyatakan dalam persentase) dihitung berdasarkan perbandingan antara beban penetrasi suatu piston *CBR* pada suatu sesuatu bahan uji dengan beban penetrasi standra pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai *CBR* dihitung pada kedalaman penetrasi 0,1” dan 0,2”. menentukan nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” dapat menggunakan Persamaan (3.6) dan (3.7) berikut.

$$CBR_{0,1} = \frac{\text{Beban P terkoreksi}}{1000} \times 100\% \quad (3.6)$$

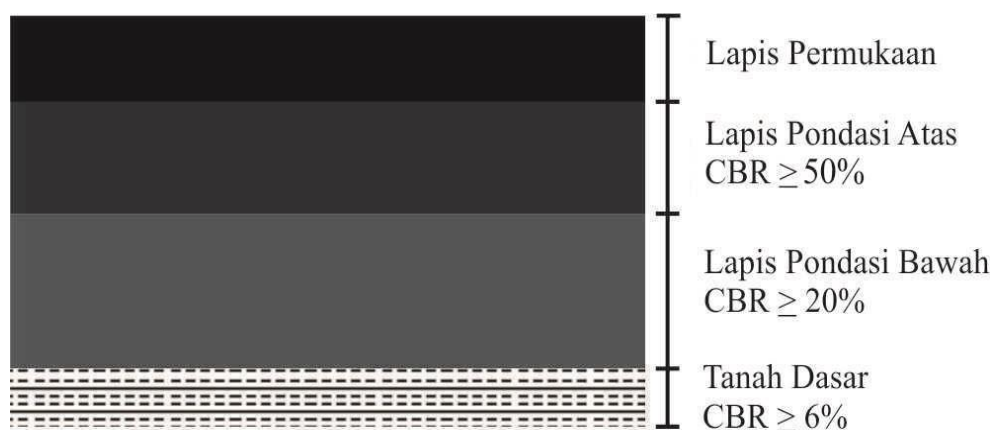
$$CBR_{0,2} = \frac{\text{Beban P terkoreksi}}{1500} \times 100\% \quad (3.7)$$

Kekuatan *subgrade* dipengaruhi oleh kadar airnya akan menjadi semakin kecil *CBR*-nya didalam *subgrade* tersebut, tetapi tidak berarti *subgrade* dipadatkan pada kadar air rendah agar mendapat nilai *CBR* tinggi karena kadar air *subgrade*

tidak tahan konstan pada nilai yang rendah itu. Sampel pengujian ini dilakukan pada pengujian kadar air optimum.

Kenyataannya dilapangan air dapat meresap ke dalam *subgrade* baik dari bawah, samping, maupun atas sehingga kekuatannya turun sampai kadar air mencapai nilai yang konstan. Kadar air yang konstan ini disebut kadar air seimbang. Untuk memperhitungkan pengaruh air terhadap kekuatan subgrade setelah dioperasikan maka tanah sampel pada pengujian *CBR* biasanya direndam dalam air selama 4 hari untuk mengamati pengembangan volume sampel dan pengurangan nilai *CBR* akibat perendaman.

Tebal tiap lapis perkerasan, berdasarkan letak tanah dasar (*subgrade*) dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Lapis Perkerasan Jalan

Sumber : Bina Marga, 1987

3.7 Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

Pengujian *swell* diperkenalkan oleh Holtz (1956) sebagaimana dikutip dalam Chen (1975), yaitu dengan cara memasukkan tanah kering lolos saringan no. 40 yang telah diketahui volumenya kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur yang diisi air tanpa pembebanan, kemudian dilakukan pengamatan tanah mengendap. Pengujian *swell* juga dapat menggunakan dial pengukuran *swelling* pada saat pengujian *CBR* rendaman (*soaked*) dengan pembacaan dial setiap hari penambahan tingginya. Berdasarkan pengujian *swelling* juga di klasifikasikan berdasarkan 4 tingkatan yaitu *low*, *medium*, *high* dan *very high*. Persentase *swell*

adalah perbandingan perubahan volume tanah dengan volume tanah awal serta di klasifikasikan menurut Tabel 3.4 dan yang dinyatakan dalam Persamaan 3.8 berikut.

$$S_w = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan :

S_w = Nilai pengembangan (*swelling*)

ΔL = Tinggi penambahan pada dial

L_0 = Tinggi mula-mula sampel

Tabel 3.3 Klasifikasi Pengembangan (*Swelling*)

<i>Swelling Potential (%)</i>	<i>Swelling Degree</i>
0-1,5	<i>Low</i>
1,5-5	<i>Medium</i>
5-25	<i>High</i>
>25	<i>Very High</i>

Sumber : Das (1995)

3.8 Pengujian Tekan Bebas

Pengujian ini digunakan untuk menentukan kuat geser tanah kohesif secara sederhana. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi sekitar dua kali diameter ditempatkan pada alat tekan bebas kemudian diberi beban tekanan dengan kecepatan deformasi 1,5 mm tiap menit. Dari data pengujian dibuat grafik hubungan antar tanah. Pengujian ini identik dengan pengujian triaksial dengan cara tanpa terkonsolidasi-tanpa terdrainasi. Analisis dari pengujian tekan bebas terdapat pada Persamaan 3.9 dan 3.10 berikut.

1) Apabila benda uji mengalami pecah, kuat tekan bebas (q_u) = σ_{maks} , sedangkan bila tidak mengalami pecah $q_u = \sigma_{20\%}$.

2) Sudut gesek dalam (ϕ) = $2(\alpha - 45)$ (3.9)

3) Kohesi tanah (c) = $\frac{q_u}{2g\alpha}$ (3.10)

Nilai kuat tekan bebas (q_u) untuk beberapa jenis tanah lempung dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.4 Kuat Tekan Bebas (Q_u) pada Berbagai Kondisi Tanah Lempung

NO	Kondisi tanah Lempung	Q_o (Kg/cm ²)
1	Lempung keras	>4,00
2	Lempung sangat kaku	2,00-4,00
3	Lempung kaku	1,00-2,00
4	Lempung sedang	0,50-1,00
5	Lempung lunak	0,25-0,50
6	Lempung sangat lunak	<0.25

Sumber : (Hardiyatmo, 2012)

3.9 Nilai *CBR* Tanah Dasar untuk *Subgrade* Jalan Raya

Klasifikasi tanah dasar bisa berdasarkan sistem *USCS* yang bertujuan mengetahui jenis tanah yang diteliti tersebut. Tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% saringan nomor 200. Berdasarkan klasifikasi tanah tersebut dapat diketahui jenis tanah, untuk tabel klasifikasi tanah dapat dilihat pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.5 Klasifikasi Tanah Menurut *USCS*

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria
Lanau dan lempung dengan batas cair $LL < 50\%$	ML	Lanau inorganik dan pasir sangat halus atau pasir halus berlanau atau berlempung	$PI < 4$ atau berada di bawah garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 1).

Tabel 3.4 Lanjutan Klasifikasi Tanah Menurut *USCS*

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria
	CL	Lanau inorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang. Lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (<i>clean clays</i>)	PI > 7 dan berada pada atau di bawah garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 1).
	CL – ML	Lanau berlempung inorganik, dengan pasir halus atau sedikit kerikil.	PI berada dalam garis yang diarsir (<i>hatched area</i>) dalam Gambar 1.
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	PI berada dalam daerah OL dalam Gambar 1 dan $\frac{LL(\dots\dots)}{LL(\dots\dots)} < 0,75$
Lanau dan lempung dengan batas cair LL > 50%	MH	Lanau inorganik atau pasir halus diatomae, lanau Elastis	PI berada di bawah garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 1).
	CH	Lempung inorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (<i>fat clays</i>)	PI berada di atas garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 1).
	OH	Lempung gemuk dengan plastisitas sedang sampai tinggi	PI berada dalam daerah OH dalam Gambar 1 dan $\frac{LL(\dots\dots)}{LL(\dots\dots)} < 0,75$

Tabel 3.5 Lanjutan Klasifikasi Tanah Menurut *USCS*

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria
Tanah dengan kadar organik tinggi	Pt	Gambut (<i>peat</i>), dan tanah lain kandungan organik Tinggi	

Sumber : (Hardiyatmo, 2012)

Berdasarkan klasifikasi tersebut dapat di korelasikan dengan nilai *CBR* dan tebal perkerasan *subgrade*. Menurut Metoda analisa komponen, SKBI - 2.3.26.1987/SNI NO : 1732–1989-F , nilai daya dukung tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$DDT = 1,6649 + 4,3592 \log (CBR) \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

DDT : Daya Dukung Tanah

CBR : *California Bearing Ratio*

Hasil dari perhitungan tersebut bisa diklasifikasikan ke dalam Tabel 3.5 berikut ini.

Tabel 3.6 Klasifikasi Nilai *CBR* Untuk *Subgrade* Jalan

Zona iklim dan Posisi		LHRT < 2000			LHRT ≥ 2000		
		Zona iklim II, III, dan IV galian dan timbunan letak atau timbunan dengan FSL < 1000 mm diatas muka tanah asli	Galian di Zona iklim I Semua timbunan dengan FSL > 1000 mm diatas tanah asli kecuali konstruksi kotak	Zona iklim II, III, dan IV galian dan timbunan letak atau timbunan dengan FSL < 1000 mm diatas muka tanah asli	Galian di Zona iklim I dan semua timbunan dengan FSL > 1000 mm diatas muka tanah kecuali konstruksi kotak		
Posisi muka air tanah rencana (Tabel 13)		Dibawah standar desain minimum	Standar desain minimum	≥ 1200 mm dibawah formasi	Dibawah standar desain minimum	Standar desain minimum	≥ 1200 mm dibawah formasi
Jenis tanah	Pt	<i>CBR</i> Perkiraan (%)					
Lempung gemuk	50 -70	2	2	2	2	2	2
Lempung lanauan	40	2,5	2,7	3	2,5	2,6	3
	30	3	3,3	4	3,5	3,6	4
Lempung pasiran	20	4	4,3	5	4,5	4,8	5,5
	10	3	3,5	4,5	4,5	5	6
Lanau		1	1,3	2	1	1,3	2
Tanah berbutir		Gunakan <i>CBR</i> Laboratorium (%)					

Timbunan/konstruksi kotak : mengacu pada sub bab 10.3

FSL : *finished surface level* (sampai dengan bagian teratas perkerasan)

Formasi : bagian terbawah tanah dasar

Sumber : (Bina Marga, 2012)