

**BAB III**  
**LANDASAN TEORI**

**3.1 Lapisan Tanah Dasar**

Tanah dasar atau *subgrade* adalah permukaan tanah semula, tanah galian atau tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan jalan raya.

Secara umum tanah dasar harus cukup kuat menahan beban konstruksi di atasnya, beban lalu lintas yang lewat, mudah untuk proses pengaliran air (*drainase*) serta mudah dipadatkan.

Sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan-lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Untuk mengevaluasi kualitas tanah sebagai bahan lapisan tanah dasar (*subgrade*) dari suatu jalan raya digunakan Indeks Kelompok atau GI (*Group Index*). Harga GI ini dituliskan di dalam kurung setelah nama kelompok dan sub kelompok dari tanah yang bersangkutan. Group Index ini dapat dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F - 35) [ 0,2 + 0,005 (LL - 40) ] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :    GI    =    Indeks Kelompok (*Group Index*)

              F    =    Persentase butiran lolos saringan No. 200

              LL    =    Batas Cair (*Liquid Limit*)

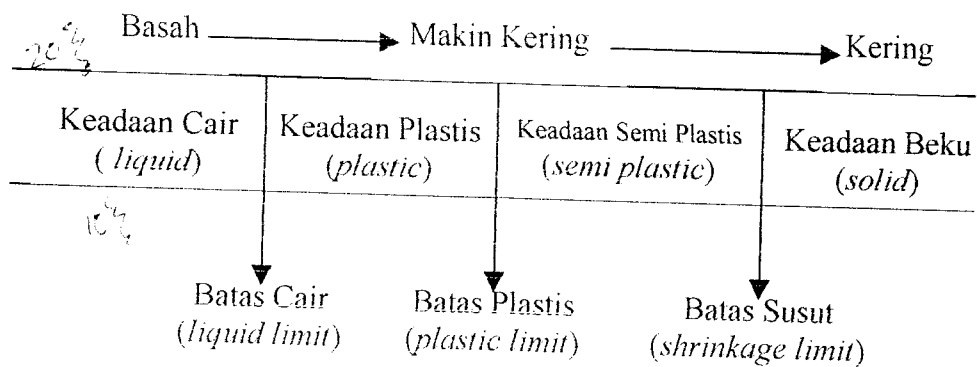
              PI    =    Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Pada umumnya makin besar nilai indeks kelompoknya, makin kurang baik tanah tersebut untuk dipakai dalam pembangunan jalan raya.

Daya dukung tanah dasar yang baik atau memenuhi syarat akan memberikan tingkat kekuatan dan keawetan yang tinggi terhadap konstruksi jalan. Untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar digunakan cara antara lain dengan pemadatan dan atau memberikan campuran dengan bahan stabilisator. Salah satu ukuran untuk menyatakan daya dukung tanah dasar adalah CBR (*California Bearing Ratio*), baik secara langsung di lapangan maupun hasil uji di laboratorium.

### 3.2 Batas-batas Atterberg

Test batas Atterberg memperlihatkan bagaimana tanah berubah dari benda padat sampai menjadi cairan kental sesuai dengan kadar airnya. Dari test batas Atterberg ini akan didapatkan parameter-parameter : Batas Cair (LL), Batas Plastis (PL), dan Batas Susut (SL). Dari ketiga parameter itu yang paling penting yaitu batas cair dan batas plastis yang disebut juga dengan *batas-batas Atterberg*.



Gambar 3.1 Batas-batas Atterberg Tanah Lempung (Wesley, 1977)

Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas antara cair dan plastis, sedangkan batas plastis yaitu kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis.

Batas cair dan batas plastis tidak secara langsung memberikan angka-angka yang dapat dipakai sebagai dasar perhitungan (*design*), hanya merupakan gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan. Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk, yaitu kekuatannya rendah, *compressibility*-nya tinggi dan sulit dalam proses pematatannya (Wesley,1977).

Pada tiap jenis tanah, batas cair dan batas plastis tanah bervariasi dengan nilai batas cair lebih tinggi dari nilai batas plastis. Besaran plastisitas menunjukkan besarnya susut pada waktu proses menjadi kering. Besaran plastisitas dapat ditentukan apabila nilai batascair dan nilai batas plastis diketahui, dinyatakan dengan rumus :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan : PI : Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

LL : Batas Cair (*Liquid Limit*)

PL : Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Berdasarkan nilai indeks plastisitasnya, Atterberg (1911) membagi tingkatan plastisitas tanah dalam selang 0% sampai lebih dari 17%, seperti dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tingkat Plastisitas Tanah menurut Atterberg

Indeks Plastisitas (%)	Tingkat Plastisitas	Jenis Tanah
0	Non Plastis	Pasir
$0 < PI < 7$	Rendah	Lanau
$7 < PI < 17$	Sedang	Lempung kelanauan/ Lanau kelembungan
$> 17$	Sangat Plastis	Lempung/Tanah Liat

Sumber : Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, 1986

### 3.3 Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Tanah dapat dipadatkan setelah dilakukan pengeringan, penambahan air, agregat atau bahan-bahan stabilisasi seperti PC, kapur abu batubara, atau bahan-bahan lainnya.

Tujuan pemadatan yaitu untuk memperbaiki sifat-sifat teknis massa tanah, dengan jalan mengeluarkan udara dari pori-pori tanah memakai cara mekanis. Beberapa keuntungan yang didapatkan dengan adanya pemadatan adalah :

1. Pengurangan penurunan tanah (*subsidence*) akibat gerakan-gerakan vertikal di dalam massa tanah sendiri, karena berkurangnya angka pori
2. Bertambahnya kekuatan tanah
3. Pengurangan penyusutan

Apabila kadar air sesuatu tanah rendah maka tanah itu akan keras dan sulit untuk dipadatkan, jika kadar air ditambah maka air akan berlaku sebagai pelumas sehingga tanah tersebut akan lebih mudah dipadatkan dan ruangan

kosong antar butir menjadi kecil. Pada kadar air yang lebih tinggi lagi kepadatannya akan turun karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air yang tidak dapat dikeluarkan dengan cara pemadatan. Untuk mencapai keadaan paling padat maka pemadatan tanah harus dilakukan pada keadaan kadar air optimumnya.

Energi pemadatan di lapangan diperoleh dari mesin gilas, alat-alat pemadat getaran, dan dari benda-benda berat yang dijatuhkan, sedangkan di laboratorium yang biasa dilakukan adalah dengan tumbukan (*impact*). Ada dua macam cara pengujian pemadatan di laboratorium, yaitu *Standard Compaction Test* dan *Modified Compaction Test*.

Pengujian pemadatan di laboratorium bertujuan untuk menentukan kadar air optimum atau OMC (*optimum moisture content*) dan berat volume kering maksimum atau MDD (*maximum dry density*) dari suatu contoh tanah. Kadar air optimum adalah nilai kadar air pada berat volume kering maksimum, sedang hubungan antara kadar air dan berat volume kering sebagai berikut :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w} \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan :  $\gamma_d$  = Berat volume kering (kg/cm<sup>3</sup>)

$\gamma$  = Berat volume tanah (kg/cm<sup>3</sup>)

w = Kadar air (%)

### 3.3.1 Standard Compaction Test

Pada pengujian pemadatan standar (*Standard Compaction Test*) ini, tanah dipadatkan dalam suatu cetakan silinder bervolume 943,3 cm<sup>3</sup> dengan diameter cetakan 101,6 mm. Dengan alat penumbuk seberat 2,5 kg dan tinggi jatuh penumbuk 304,8 mm, contoh tanah dipadatkan dalam tiga lapis, dengan jumlah tumbukan tiap lapis sebanyak 25 kali.

### 3.3.2 Modified Compaction Test

Cara melakukan pengujian pemadatan modifikasi (*Modified Compaction Test*) tidak banyak berbeda dengan pengujian pemadatan standar. Cetakan yang dipakai sama dan banyaknya tumbukan tiap lapis juga sama, tetapi berat alat penumbuknya lebih besar yaitu 4,5 kg, tinggi jatuhnya 457,2 mm serta jumlah lapisnya lima.

### 3.4 CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (dapat berupa tanah ataupun material perkerasan jalan) dengan bahan standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Biasanya pengujian CBR dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material perkerasan jalan raya.

CBR ini dikembangkan oleh *California State Highway Department* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*) dari suatu perkerasan jalan. Tanah dasar semakin lunak maka nilai penetrasi CBR semakin rendah, demikian juga sebaliknya jika tanah dasar semakin keras maka nilai penetrasi

CBR makin tinggi. Syarat nilai CBR untuk subgrade adalah CBR 4%, sedang untuk mendapatkan nilai CBR dilakukan pengujian CBR, baik secara langsung di lapangan maupun di laboratorium.

### 3.5 Kuat Tekan Bebas

Kuat Tekan Bebas tanah adalah besarnya tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder sampel tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tersebut tanah tidak pecah.

Dari pengujian kuat tekan bebas akan diperoleh secara langsung nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dan sudut pecah ( $\alpha$ ), sedangkan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) didapat dari rumus berikut ini :

$$\phi = 2(\alpha - 45^\circ) \dots \dots \dots (3.4)$$

$$c = \frac{q_u}{2 \tan \alpha} \dots \dots \dots (3.5)$$

dengan :  $q_u$  = kuat tekan bebas ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\alpha$  = sudut pecah ( $^\circ$ )

$\phi$  = sudut gesek dalam ( $^\circ$ )

$c$  = kohesi ( $\text{kg/cm}^2$ )