

BAB III

LANDASAN TEORI

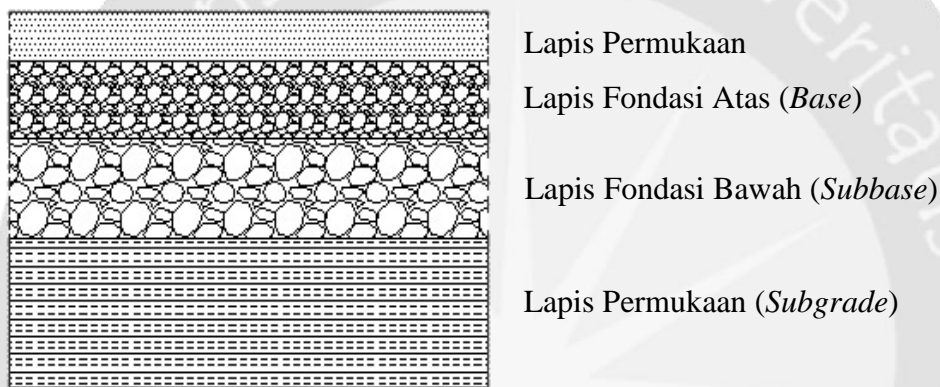
3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Sukirman (1999) mendefinisikan konstruksi perkerasan jalan sebagai lapisan agregat yang dipadatkan dengan atau tanpa lapisan pengikat di atas lapisan tanah dasar pada suatu jalur jalan. Lapisan pengikat yang sering digunakan adalah aspal ataupun semen. Lebih lanjut, konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan bahan pengikatnya, antara lain:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Pada perkerasan ini, lapisan-lapisannya bersifat memikul dan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pada perkerasan ini, beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton dengan atau tanpa tulangan.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan yang mengkombinasikan perkerasan lentur dan kaku, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku ataupun perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

3.2. Struktur Lapis Perkerasan

Menurut Sukirman (1999), struktur perkerasan lentur pada jalan dibuat memiliki beberapa lapisan seperti lapis fondasi bawah, lapis fondasi atas, dan lapis permukaan. Konstruksi struktur perkerasan dibuat berlapis-lapis dimaksudkan agar beban lalu lintas dapat didistribusikan ke lapisan di bawahnya supaya beban lalu lintas yang diterima tidak melebihi daya dukung tanah yang menopang perkerasan jalan tersebut. Lapisan perkerasan jalan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Lapisan Perkerasan Jalan Lentur

3.3. Lapis Fondasi Bawah

Sukirman (1999) mengemukakan bahwa lapis fondasi bawah merupakan lapisan konstruksi yang memiliki fungsi untuk meneruskan beban lalu lintas dari lapis fondasi atas ke tanah dasar. Material penyusun lapis fondasi bawah berupa bahan berbutir yang diletakkan di atas lapis tanah dasar yang telah dibentuk dan dipadatkan, serta langsung berada di bawah lapis fondasi atas perkerasan.

Lapis fondasi bawah pada perkerasan jalan raya memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan yang akan mendukung dan menyebarkan beban lalu lintas dari lapis fondasi atas ke lapis tanah dasar.
2. Untuk menghemat biaya konstruksi yaitu dengan menjaga efisiensi penggunaan material yang lebih murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya.
3. Untuk mencegah air dari tanah dasar masuk ke dalam lapis fondasi atas.
4. Melindungi tanah dasar dari pengaruh cuaca, terutama hujan.
5. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Lapis fondasi bawah pada jalan raya juga terbagi dalam beberapa jenis yang sering ataupun umum untuk dilaksanakan, yaitu:

1. Fondasi bawah yang menggunakan batu pecah, dengan balas pasir.
2. Fondasi bawah yang menggunakan sirtu yang mengandung sedikit tanah.
3. Fondasi bawah yang menggunakan tanah pasir.
4. Fondasi bawah yang menggunakan agregat.
5. Fondasi bawah yang menggunakan material ATSB (*Asphalt Treated Subbase*) atau disebut Laston Bawah (Lapis Aspal Beton Fondasi Bawah).
6. Fondasi bawah yang menggunakan stabilisasi tanah.

3.3.1. Agregat penyusun lapis fondasi bawah

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 5 Bagian Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen, agregat yang digunakan pada lapis fondasi bawah umumnya merupakan agregat kelas B. Seluruh lapis fondasi agregat harus bebas dari bahan organik, gumpalan lempung atau bahan-bahan yang

tidak dikehendaki lainnya. Untuk spesifikasi agregat akan dijelaskan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1. Gradasi Agregat Lapis Fondasi Agregat dan Lapis Drainase

Ukuran Ayakan		Persen Berat yang Lolos			
ASTM	(mm)	Lapis Fondasi Agregat			Lapis Drainase
		Kelas A	Kelas B	Kelas S	
2"	50		100		
1 ^{1/2} "	37,5	100	88 - 95	100	100
1"	25,0	79 - 85	70 - 85	77 - 89	71 - 87
3/4"	19,0				58 - 74
1/2"	12,5				44 - 60
3/8"	9,50	44 - 58	30 - 65	41 - 66	34 - 50
No. 4	4,75	29 - 44	20 - 55	26 - 54	19 - 31
No. 8	2,36				8 - 16
No. 10	2,0	17 - 30	15 - 40	15 - 42	
No. 16	1,18				0 - 4
No. 40	0,425	7 - 17	8 - 20	7 - 26	
No. 200	0,075	2 - 8	2 - 8	4 - 16	

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tabel 5.1.2.1). Spesifikasi Umum 2018.

Tabel 3.2. Sifat-sifat Lapis Fondasi Agregat dan Lapis Drainase

Sifat-sifat	Lapis Fondasi Agregat			Lapis Drainase
	Kelas A	Kelas B	Kelas S	
Abrasi dari Agregat Kasar	0 - 40 %	0 - 40 %	0 - 40 %	0 - 40 %
Batas Cair	0 - 25	0 - 35	0 - 35	-
Indeks Plastisitas	0 - 6	4 - 10	4 - 15	-
CBR	Min. 90 %	Min. 60%	Min. 50 %	-

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tabel 5.1.2.2). Spesifikasi Umum 2018.

3.3.2. Batu cadas putih Lampung

Batu cadas putih merupakan batuan alam yang tergolong dalam batu robohan/lempung, yaitu semacam batu lapisan yang terdiri dari bermacam mineral kontak, diantaranya adalah kuarsa, mika fesper, kapur, dan lempung. Batu cadas putih memiliki karakteristik seperti permukaan yang agak kasar atau halus,

umumnya berlapis dan memiliki bermacam warna seperti putih, kuning abu-abu, merah coklat hingga hijau bercorak. Batu cadas termasuk dalam batu lunak, di mana batuan lunak merupakan batuan yang mudah untuk digali dan dipecahkan dengan peralatan tangan (Frick, 1999).

3.4. Pengujian Los Angeles Abrasion

Berdasarkan SNI 2417:2008, prinsip dari pengujian abrasi menggunakan mesin *Los Angeles* adalah menguji agregat dengan pukulan dan gesekan. Pada saat pengujian, agregat yang sebelumnya telah dicampurkan dalam mesin akan mengalami gesekan satu sama lain dan juga dengan bola-bola baja yang dimasukkan bersamaan dengan agregat tersebut. Jumlah bola baja yang dimasukkan bersamaan dalam mesin ditentukan berdasarkan gradasi agregat seperti terlihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji

Ukuran saringan				Gradasi dan berat benda uji (gram)			
Lolos saringan		Tertahan saringan		A	B	C	
mm	inci	mm	inci				
75	3,0	63	2 1/2	-	-	-	-
63	2 1/2	50	2,0	-	-	-	-
50	2,0	37,5	1 1/2	-	-	-	-
37,5	1 1/2	25	1	1250± 25	-	-	---
25	1	19	3/4	1250±25	-	-	-
19	3/4	12,5	1/2	1250±10	2500±10	-	-
12,5	1/2	9,5	3/8	1250±10	2500±10	-	-
9,5	3/8	6,3	¼	-	-	2500±10	-
6,3	1/4	4,75	No.4	-	-	2500±10	2500±10
4,75	No. 4	2,36	No. 8	-	-	-	2500±10
Total				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
Jumlah bola				12	11	8	6
Berat bola (gram)				5000±25	4584±25	3330±20	2500±15

Sumber: Tabel 1 SNI 2417:2008.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai keausan adalah:

$$\text{Nilai Abrasi} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad \dots(3-1)$$

Keterangan :

Nilai Abrasi = Prosentase lolos saringan No. 12 (%)

W_1 = Berat benda uji semula (gram)

W_2 = Berat benda uji tertahan saringan No. 12 (gram)

3.5. Pengujian Batas-batas Konsistensi Atterberg

Batas-batas konsistensi *atterberg* berfungsi untuk menentukan sifat-sifat tanah secara umum. Tanah dengan batas cair yang tinggi cenderung mempunyai kekuatan yang rendah dan memiliki kompreibilitas tinggi sehingga sulit untuk dipadatkan. Batas-batas konsistensi *atterberg* terdiri dari:

1. Batas Cair (*Liquid Limit* = LL), yaitu kadar air pada batas keadaan cair dan keadaan plastis.
2. Batas Plastis (*Plastic Limit* = PL), yaitu kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis.
3. Batas Susut (*Shrinkage Limit* = LL), yaitu kadar air pada batas keadaan semi plastis dan padat.

Parameter yang ingin dicapai pada pengujian batas-batas konsistensi *atterberg* adalah Indeks Plastisitas (PI) yang merupakan selisih antara LL dan PL.

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai PI adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah dalam oven}} \times 100\% \quad \dots(3-2)$$

$$PI = LL - PL \quad \dots(3-3)$$

3.6. Pengujian Pemadatan

Berdasarkan SNI 1743:2008, pengujian pemadatan dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Pemadatan sendiri berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah atau campuran tanah dan agregat, sehingga daya dukungnya juga meningkat.

Pengujian pemadatan dilakukan dengan memakai sebuah tempat berbentuk silinder dan palu penumbuk. Hasil pengujian pemadatan digambarkan dalam bentuk kurva, dari kurva dapat menunjukkan kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering dengan harga tertinggi atau mencapai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density* = MDD). Kadar air pada keadaan ini disebut dengan kadar air optimum (*Optimum Moisture Contents* = OMC).

Parameter yang ingin dicapai dalam uji pemadatan adalah:

1. Kepadatan basah (γ_b)
2. Kadar air benda uji (w)
3. Kepadatan kering (γ_d)

Untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut, digunakan persamaan-persamaan antara lain:

$$\gamma_b = \left(\frac{W_A - W_B}{V} \right) \quad \dots(3 - 4)$$

Keterangan:

γ_b = Kepadatan basah (gram/cm³)

W_A = Massa cetakan dan keping alas (gram)

W_B = Massa cetakan, keping alas dan benda uji (gram)

V = Volume benda uji atau volume cetakan (cm^3)

$$w = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \right) \times 100\% \quad \dots(3 - 5)$$

Keterangan:

w = Kadar air (%).

W_1 = Massa cawan dan benda uji basah (gram)

W_2 = Massa cawan dan benda uji kering (gram)

W_c = Massa cawan (gram)

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_b}{100 + w} \right) \times 100\% \quad \dots(3 - 6)$$

Keterangan:

γ_d = Kepadatan kering (gram/cm^3).

ρ = Kepadatan basah (gram/cm^3)

w = Kadar air (%)

3.7. Pengujian California Bearing Ratio Laboratorium

Berdasarkan SNI 1744:2012, yang dimaksud dengan CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu jenis material dan beban standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR digunakan untuk mengetahui potensi kekuatan material lapis tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi atas, termasuk juga material daur ulang untuk pembangunan jalan baru dan lapangan terbang.

Pengujian CBR laboratorium dapat dilakukan terhadap beberapa benda uji yang umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan kepadatan kering yang ingin dicapai. Secara umum, pengujian CBR dapat dilaksanakan terhadap:

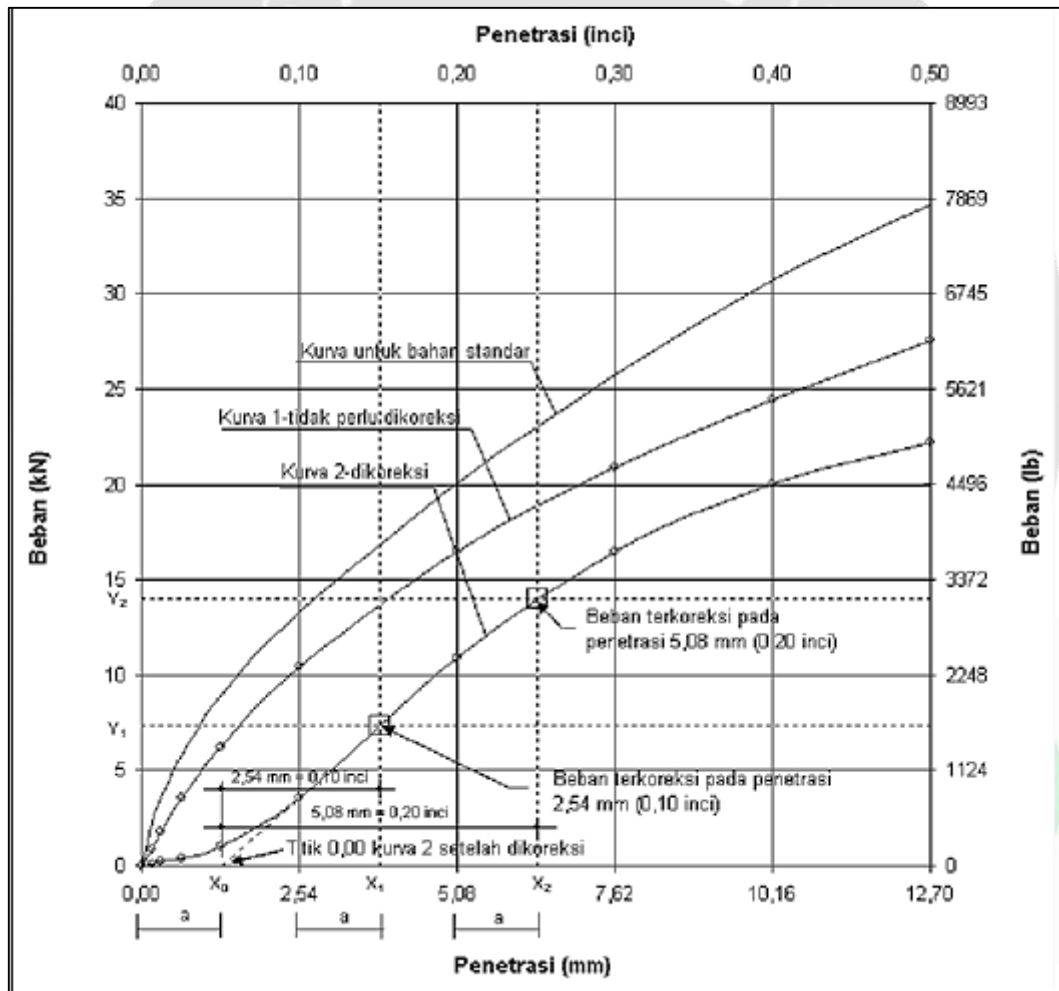
1. Contoh tanah tanpa direndam (*unsoaked*) terlebih dahulu.
2. Contoh tanah yang telah direndam (*soaked*) selama 4 hari.
3. Contoh tanah yang telah dipadatkan secara pemadatan ringan (*standard*) dan berat (*modified*).
4. Contoh tanah yang asli dari lapangan.

Nilai CBR merupakan perbandingan antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang silinder seluas 3 inci² dengan kecepatan penetrasi 0,05 inci/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus suatu bahan tertentu. Presentase nilai CBR sendiri diperoleh dengan membagi nilai beban terkoreksi pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci) dan 5,08 mm (0,2 inci) dengan beban standar secara berurutan sebesar 13 kN (3000 lbs) dan 20 kN (4500 lbs) yang kemudian dikalikan dengan 100.

$$\text{Nilai CBR} = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100 \% \quad \dots(3-7)$$

Penentuan nilai CBR diperoleh melalui grafik hubungan antara beban dan penurunan. Namun, dalam beberapa pengujian, beban pada pembacaan awal meningkat dengan tidak sebanding dengan peningkatan penetrasi sehingga diperoleh kurva yang cekung. Untuk mendapatkan kurva yang benar, koreksi bagian yang cekung tersebut sampai mendekati bentuk kurva standar dengan memperpanjang bagian garis lurus dari kurva hubungan beban dan penetrasi yang diperoleh ke bawah sampai memotong sumbu X. Misalnya, titik X₀ adalah

perpotongan antara perpanjangan kurva dan sumbu X dengan jarak a dari titik penetrasi 0,00 mm (0,00 inci), jarak a tersebut kemudian dijadikan sebagai titik 0,00 dengan demikian jarak penetrasi 2,54 mm (0,1 inci) akan bergeser sebesar a ditambah 2,54 mm atau 0,1 jika dipakai satuan inci, demikian halnya dengan jarak penetrasi 5,08 mm (0,2 inci) bergeser sebesar a ditambah 5,08 mm atau 0,2 jika dipakai satuan inci.



Gambar 3.2. Kurva Hubungan Beban dan Penetrasi

Sumber: Gambar 1 SNI 174:2012.