

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar (*Sub Grade*) yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban dan meneruskannya ke lapisan tanah dasar, sehingga tanah tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya.

Pada Umumnya untuk konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) tersusun atas tiga bagian, dengan kualitas bahan semakin keatas semakin baik dan berfungsi sebagai berikut :

1. Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*) merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Lapisan ini berfungsi :
 - a. Menyebarkan beban roda.
 - b. Untuk mencegah partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
 - c. Lapisan peresapan agar air tidak berkumpul dipondasi.
 - d. Untuk efisiensi penggunaan material, karena mengurangi tebal lapis diatasnya yang lebih mahal.
2. Lapis pondasi atas (*Base Course*), merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Lapis ini berfungsi:
 - a. Sebagai pendukung bagi lapis permukaan dan menahan gaya geser / lintang.

- b. Sebagai lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.
3. Lapis permukaan (*Surface Course*), merupakan lapis yang paling atas dan berfungsi:
- a. Memikul beban langsung lalu lintas dan meneruskannya kelapisan dibawahnya.
 - b. Menahan gaya geser dari beban roda kendaraan.
 - c. Sebagai lapisan aus (*Wearing Course*) akibat gaya gesek dan cuaca.
 - d. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapisan dibawahnya.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran aspal, agregat, dan bahan tambah limbah busa lateks untuk lapisan permukaan (*Surface Course*).

3.2. Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah : (Sukirman, S, 1992)

3.2.1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen.

Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan :

1. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*)
2. Agregat dengan permukaan yang kasar.
3. Agregat berbentuk kubus.
4. Aspal dengan penetrasi rendah.
5. Aspal dengan jumlah mencukupi untuk ikatan antar butir.

3.2.2. Keawetan (*Durability*)

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan permukaan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan temperatur, maupun keausan akibat beban dan gesekan roda kendaraan. Lapis perkerasan dapat berubah karena oksidasi dan pelapukan yang disebabkan oleh pengaruh air dan cuaca.

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis beton aspal adalah :

1. Film aspal atau selimut aspal
2. *Void In The Mix* (VITM).
3. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

3.2.3. Kelenturan (*Fleksibility*)

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Faktor – faktor yang mempengaruhi fleksibilitas adalah :

1. Gradasi campuran.
2. Jenis penetrasi aspal.
3. Jumlah aspal yang digunakan.

3.2.4. Permeabilitas

Suparna (1997) dalam Fauziah, M (2001) mendefinisikan permeabilitas sebagai sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk dilalui atau dirembesi oleh air atau zat cair lainnya melalui hubungan antar pori. Parameter ini secara langsung mempengaruhi durabilitas dan kekuatan material itu sendiri. Angka aliran yang tinggi menunjukkan lapisan perkerasan rentan terhadap kerusakan pergerakan

udara dalam perkerasan dapat mengakibatkan terjadinya oksidasi dan eveporasi pada bahan ikatnya, sehingga perkerasan relatif memiliki nilai durabilitas yang rendah.

Impermeabilitas merupakan kemampuan perkerasan lentur untuk menahan air dari udara masuk ke dalam perkerasan lentur. Besarnya rongga dalam campuran dapat mengindikasikan kepekaan dari pemadatan campuran perkerasan. Impermeabilitas yang tinggi akan mengakibatkan durabilitas campuran lebih baik (*The Asphalt Institute*, 1983).

Selanjutnya Suparma (1997) dalam Fauziah, M (2001) menyatakan bahwa campuran dengan gradasi terbuka memiliki impermeabilitas rendah bila dibandingkan dengan campuran bergradasi rapat seperti beton aspal. Keadaan ini menunjukkan lapisan perkerasan rentan terhadap kerusakan dan pergerakan udara ini didalam perkerasan mengakibatkan oksidasi dan evaporasi pada bahan ikatnya. Masalah ini dapat diatasi dengan menambah kadar aspal sehingga dapat mempertinggi impermeabilitasnya.

3.3. Syarat – syarat kekuatan Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut:

1. Ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban /muatan lalu lintas.
2. Kedap air, sehingga air tidak meresap kelapisan dibawahnya.
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat dengan mudah mengalir.
4. Memiliki stabilitas yang cukup dan dapat mendukung beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi, bergelombang atau desakan kesamping.
5. Tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas.

6. Campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah lapuk akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca.

3.4. Spesifikasi Campuran

Campuran aspal pada penelitian ini adalah campuran untuk lapis atas AC dengan agregat gradasi menerus. Spesifikasi campuran mengacu pada peraturan Bina Marga, 1987 grading IV seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi campuran Beton Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu Lintas Berat
1	Stabilitas (kg)	750
2	Flow/Kelelahan (mm)	2 – 4
3	VITM (%)	3 – 5
4	VFWA (%)	75 – 82
5	Marshall Quotient (kg/mm)	200 – 500
	Jumlah Tumbukan	2 X 75

Sumber : Bina Marga, 1987

3.5. Bahan Penyusun

3.5.1 Aspal

Pada penelitian ini digunakan aspal AC penetrasi 60/70. Persyaratan AC 60/70 ditunjukkan dengan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.031 – 76	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.031- 76	48	58	°C
3.	Titik Nyala	PA.031 – 76	200	-	°C
4.	Kelarutan CCL ₄	PA.031 – 76	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25°C, 5cm / menit)	PA.031 – 76	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	PA.031 – 76	1	-	-

Sumber : Bina Marga, 1987

3.5.2. Agregat

Sifat – sifat dari agregat harus diketahui lebih dulu sebelum agregat tersebut digunakan untuk bahan dasar konstruksi. Karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat – sifat agregat pada umumnya ditinjau dari : Ukuran butiran dan gradasi, kebersihan, kekerasan, bentuk butiran, permukaan butiran, kemampuan menyerap.

Agregat yang dipakai harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam tabel 3.3 dan tabel 3.4. berikut:

Tabel 3.3. Persyaratan pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$
3	Peresapan agregat terhadap air.	$\leq 3,0\%$
4	Berat jenis agregat kasar	$\geq 2,5\%$

Sumber : Bina Marga, 1983

Tabel 3.4. Persyaratan pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50\%$
2	Peresapan agregat terhadap air	$\geq 3,0\%$
3	Berat jenis agregat halus	$\leq 2,5\%$

Sumber : Bina Marga, 1987

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan kasar diletakkan paling atas dan diakhiri dengan pan. Adapun spesifikasi gradasi campuran tercantum dalam tabel 3.5.

Tabel 3.5. Spesifikasi Gradasi Bina Marga 1987 grading IV

	Ukuran Saringan		Prosentase Lolos (%)
	inch	mm	
	$\frac{3}{4}$	19,10	100
	$\frac{1}{2}$	12,70	80 – 100
	$\frac{3}{8}$	9,25	70 – 90
	# 4	4,76	50 – 70
	# 8	2,38	35 – 50
	# 30	0,59	18 – 29
	# 50	0,279	13 – 23
	# 100	0,148	8 – 16
	#200	0,075	4 – 10

Sumber : Bina Marga, 1987.

3.5.3. Bahan Tambah

Sebagai bahan tambah dalam campuran perkerasan digunakan limbah busa lateks dengan kadar 0 – 5% terhadap total campuran. Limbah busa lateks ini dianggap mempunyai sifat elastis dan daya ikat yang kuat yang diharapkan dapat memperkuat campuran aspal.

3.6. Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode *Marshall*

Pemeriksaan campuran Aspal dengan metode *Marshall* bermaksud untuk menentukan nilai dibawah ini:

1. Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Stabilitas dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut.

$$S = O \times K_m \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

S = nilai stabilitas

O = nilai pembacaan arloji stabilitas pada alat uji *Marshall*

K_m = angka kalibrasi alat uji *Marshall*

Agar didapat konstruksi yang ekonomis maka kestabilan harus disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk lalu lintas yang tinggi maka diperlukan kestabilan yang tinggi, sehingga bahan pendukungnya harus dari bahan yang tinggi pula.

Stabilitas terjadi akibat adanya tahanan geser antar butir, saling mengunci antar agregat, serta daya ikat yang baik dari lapis aspal. Sehingga stabilitas yang tinggi dapat diusahakan dengan cara, agregat dengan gradasi rapat atau gradasi menerus, agregat dengan permukaan yang kasar, agregat dengan bentuk kubikal, aspal dengan penetrasi rendah dan jumlah aspal yang cukup.

2. *Flow*

Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah. Di atas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tetapi bila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas yang tinggi dibawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Nilai *Flow* diperoleh dari pembacaan pada alat uji *Marshall*.

3. VITM (*Void in The Total Mix*)

VITM adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. VITM dapat dihitung dengan persamaan (2) berikut.

$$\text{VITM} = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) \dots \dots \dots (2)$$

dengan:

g = berat isi benda uji

$$h = \text{berat jenis maksimum} = \left[100 \div \left(\frac{\%aggr}{B.J \ aggr} + \frac{\%aspal}{B.J \ aspal} \right) \right] \dots \dots \dots (3)$$

Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur retak (Sukirman, S, 1993).

4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh

aspal, maka prosentase kadar aspal yang mengisi rongga adalah prosentase kadar maksimum. Nilai VFWA dapat dihitung dengan persamaan (4).

$$VFWA = \left(100 \times \frac{i}{l} \right) \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

$$i = \frac{\%aspal \text{ terhadap campuran} \times \text{berat isi sampel}}{\text{berat jenis aspal}} \dots\dots\dots(5)$$

$$l = \left[100 - \frac{(100 - \%aspal \text{ thd camp}) \times \text{berat isi sampel}}{\text{berat jenis agregat}} \right] \dots\dots\dots(6)$$

5. Marshall Quotient

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai flow, seperti tercantum pada persamaan (7) berikut.

$$MQ = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots(7)$$

Nilai *Marshall Quotient (MQ)* pada perencanaan perkerasan dengan metode *Marshall* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan flow.

3.7. Uji Perendaman Marshall (*Immersion Test*)

Uji perendaman *Marshall* dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pada pengujian ini sama dengan uji *Marshall standart* hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60°C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan diberikan. Uji ini mengacu kepada AASHTO T.165 – 82 atau ASTM D.1075 – 76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal akibat dari gangguan air setelah direndam selama 24 jam (S_2) dibandingkan dengan campuran biasa (S_1), seperti tercantum pada persamaan (8).

$$\text{Indeks of retained strength} = \frac{S_2 \times 100\%}{S_1} \dots\dots\dots(8)$$

dengan:

S_1 = stabilitas sebelum perendaman.

S_2 = stabilitas setelah direndam selama 24 jam

Bina Marga (1987) mensyaratkan nilai Indeks perendaman (IP) sebesar $\geq 75\%$. Campuran dengan IP $\geq 75\%$ dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan atau pengaruh air, suhu, dan cuaca.

3.8. Uji Permeabilitas

Permeabilitas campuran beton aspal dapat diukur dengan dua nilai yaitu sebagai nilai K (cm^2) yang menunjukkan nilai impermeabilitasnya atau sebagai koefisien permeabilitas k (cm/det). Nilai koefisien permeabilitas dapat didekati dengan empiris yang sudah banyak digunakan dari analisa hidrolika. Menurut formula yang diturunkan dari hukum *Darcy* dalam Fauziah, M (2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = k \cdot i \cdot A \dots\dots\dots(9)$$

Rumus diatas diturunkan menjadi :

$$k = \frac{q}{(i \cdot A)} \dots\dots\dots(10)$$

$$k = \frac{V \cdot L}{(h \cdot A \cdot T)} \dots\dots\dots(11)$$

$$k = \frac{V \cdot L \cdot \gamma_{air}}{(A \cdot P \cdot T)} \dots\dots\dots(12)$$

dengan :

$q = V/T =$ debit rembesan (cm^3/detik)

$V =$ Volume rembesan (cm^3)

$T =$ lama waktu rembesan terukur (detik)

$K =$ koefisien permeabilitas (cm/detik)

$I = h/L$ gradien hidrolik, parameter tak berdimensi.

$h = P/\gamma_{\text{air}} =$ selisih tinggi tekanan total (cm)

$P =$ tekanan air pengujian (dyne/cm^2)

$\gamma_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times g =$ berat unit ($9,807 \text{ dyne}/\text{cm}^3$)

$A =$ Luas penampang benda uji yang dilalui $q \text{ cm}^3/\text{detik}$ (cm^2)

Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001) menetapkan pembagian campuran aspal berdasarkan permeabilitas seperti tertera pada tabel 3.6.

Tabel 3.6. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas

k (cm/det)	Permeabilitas
1×10^{-8}	Kedap (<i>Impervious</i>)
1×10^{-6}	Hampir Kedap (<i>Practically Impervious</i>)
1×10^{-4}	Drainasi jelek (<i>Poor Drainage</i>)
100×10^{-4}	Drainasi sedang (<i>Fair Drainage</i>)
1000×10^{-4}	Drainasi baik (<i>Good Drainage</i>)

Sumber : Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001)