

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Bahan Penyusun Aspal Campuran Panas

Bahan penyusun lapis perkerasan jalan (beton aspal) terdiri dari campuran antara agregat, mineral pengisi (*filler*) dan bahan pengikat aspal keras. Bahan penyusun campuran perkerasan ini harus memenuhi kinerja yang berlaku. Bahan-bahan tersebut seperti disebutkan dibawah ini.

##### 3.1.1 Aspal

Aspal merupakan komponen kecil lapis perkerasan, umumnya hanya 4 – 10% berdasarkan berat atau 10 – 15% berdasarkan volume. Fungsi utama aspal adalah sebagai bahan ikat dalam campuran, lapisan perata pada permukaan untuk menghindari gesekan langsung dengan agregat dan bahan elastis bagi perkerasan lentur. Penelitian ini menggunakan aspal semen (AC penetrasi 60/70) dengan spesifikasi seperti tertera pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pemeriksaan Aspal Keras (AC Pen 60/70)

No	Jenis Pemeriksaan	Metode Pengkajian	Hasil Pengujian		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi	PA 0301-76	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek/tunak	PA 0302-76	48	58	°C
3	Titik nyala	PA 0303-76	200	-	°C
4	Kelarutan dalam CCL4	PA 0305-76	99	-	% berat
6	Daktalitas	PA 0306-76	100	-	Cm
7	Berat jenis	PA 0308-76	1	-	gr/cc

Sumber : Bina Marga, 1983

### 3.1.2 Agregat

Ukuran agregat berpengaruh terhadap rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Agregat terdiri atas agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.8 atau 2,38 mm, agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan no.8 atau 2,38 mm (Bina Marga, 1983). Agregat yang dipakai harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam tabel 3.2 dan tabel 3.3.

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$
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 3.3 Persyaratan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai <i>sand equivalent</i>	$\geq 50 \%$
2	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3,0 \%$
3	Berat jenis agregat halus	$\leq 2,5 \%$

Sumber : Bina Marga, 1983

### 3.2 Perancangan Campuran Daur Ulang

Perancangan campuran daur ulang dilakukan setelah melalui proses evaluasi material perkerasan lama yang meliputi pemeriksaan gradasi agregat, kadar aspal dan penetrasi aspal. Hasil evaluasi material tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perancangan campuran daur ulang yang meliputi perancangan gradasi agregat campuran, perbaikan penetrasi aspal dan penentuan kadar aspal campuran daur ulang.

#### 3.2.1 Gradasi Agregat Campuran Daur Ulang

Gradasi agregat campuran daur ulang didapat dari material lama dan material baru yang digabungkan sedemikian hingga, kombinasi gradasi campuran daur ulang sesuai spesifikasi gradasi target yang direncanakan. Gradasi campuran pada penelitian ini direncanakan mengikuti Grading IV Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987 sesuai tabel 3.5.

Tabel 3.5 Gradasi Agregat Campuran Daur Ulang

Ukuran Saringan	Spesifikasi Grading IV Bina Marga
	Prosentase Lolos
¾"	100
½"	80 - 100
3/8"	70 - 90
No. 4	50 - 70
No. 8	35 - 50
No. 30	18 - 29
No. 50	13 - 23
No. 100	8 - 16
No. 200	4 - 10

Sumber : Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987

### 3.2.2 Perbaikan Penetrasi Aspal Dengan Oli Bekas SAE 40

Perbaikan penetrasi aspal dilakukan dengan jalan penambahan bahan peremaja (Oli bekas SAE 40). Hasil pengujian Oli bekas SAE 40 di laboratorium menyatakan bahwa penambahan oli bekas SAE 40 sebanyak 4 % pada aspal yang nilai penetrasinya berkurang akan dapat menaikkan nilai penetrasi aspal tersebut sebesar 2,1 mm (Heddy, 1990 dalam Nur Jazilah, 1995). Bahan peremaja yang digunakan dalam proses daur ulang harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga, seperti tabel 3.5.

Tabel 3.5 Karakteristik Bahan Peremaja Tipe Oli SAE 40

Sifat	Persyaratan Bina Marga	Heddy
Berat jenis	0 – 0,9	0,19
Viskositas (Cst)	< 300	14,39
Titik nyala (°C)	> 150	218,33
Destilasi (% sisa isi awal)	> 90	92,5

Sumber : Heddy 1990 dalam Nur Jazilah, 1995

Prosentase oli bekas SAE 40 yang diperlukan dalam perancangan campuran daur ulang didapat dengan persamaan (1).

$$O = X \% \times A_i \times B_i \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan

O = Prosentase oli yang diperlukan (%)

X = Prosentase oli dari berat total aspal lama (%)

A<sub>i</sub> = Kadar aspal lama (%)

B<sub>i</sub> = Prosentase bahan lama pada campuran (%)

### 3.2.3 Kadar Aspal Campuran Daur Ulang

Prosentase kadar aspal dalam campuran rencana dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2).

$$\begin{aligned}
 P_c = & 0,035 a + 0,045 b + F + 0,15 c \text{ untuk } 11-15 \% \text{ lolos saringan no. } 200 \\
 & + 0,18 c \text{ untuk } 6-10 \% \text{ lolos saringan no. } 200 \\
 & + 0,2 c \text{ untuk } \leq 5 \% \text{ lolos saringan no. } 200 \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

keterangan :

$P_c$  = Prosentase aspal terhadap berat total campuran rencana

$a$  = Prosentase agregat yang tertahan saringan no. 8

$b$  = Prosentase agregat yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200

$c$  = Prosentase agregat yang lolos saringan no. 200

$F$  = Bernilai 0 – 2 %. Nilai ini besarnya tergantung dari absorpsi agregat.

Kadar aspal dalam campuran baru dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$P_r = P_c - (P_a \times P_p) \dots \dots \dots (3)$$

keterangan :

$P_r$  = Prosentase aspal baru dalam campuran daur ulang (100 % berat).

$P_c$  = Prosentase aspal terhadap berat total campuran.

$P_a$  = Prosentase aspal dalam campuran perkerasan lama.

$P_p$  = Prosentase campuran perkerasan lama terhadap total campuran.

$$\text{Kadar aspal pada bahan baru} = \frac{P_r}{(100\% - P_p)} \dots \dots \dots (4)$$

### 3.3 Karakteristik Campuran menurut Metode *Marshall*

Metode *Marshall* digunakan untuk menganalisis dan menentukan nilai-nilai dibawah ini.

#### 1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan campuran beton aspal untuk menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis. Stabilitas akan naik bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu (optimum) dan akan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Stabilitas dapat dihitung dengan persamaan (5).

$$S = o \times p \times q \dots\dots\dots(5)$$

keterangan :

S = nilai stabilitas

o = nilai pembacaan pada alat uji *Marshall*

p = angka kalibrasi alat uji *Marshall* (3,4277)

q = koreksi tebal benda uji

#### 2. *Flow*

*Flow* menyatakan besarnya penurunan (deformasi) benda uji. Campuran dengan angka kelelahan tinggi dan stabilitas rendah akan cenderung bersifat plastis. Campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila terjadi pembebanan. Nilai *flow* diperoleh dari pembacaan pada alat uji *Marshall*.

### 3. *Void In Total Mix (VITM)*

*VITM* adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. *VITM* dihitung dengan persamaan (6).

$$VITM = 100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right) \dots \dots \dots (6)$$

keterangan :

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum

$$= \left[ 100 \div \left( \frac{\% \text{ agregat}}{BJ \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right) \right] \dots \dots \dots (7)$$

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

### 4. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

*VFWA* adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai *VFWA* akan naik jika kadar aspal naik sampai batas tertentu rongga penuh terisi aspal. Prosentase kadar aspal maksimum terjadi apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal. Nilai *VFWA* dapat dihitung dengan persamaan (8).

$$VFWA = \left( 100 \times \frac{i}{j} \right) \dots \dots \dots (8)$$

keterangan :

$$i = \frac{\% \text{ aspal terhadap campuran} \times \text{berat isi sampel}}{\text{berat jenis aspal}} \dots \dots \dots (9)$$

$$j = \left[ 100 - \frac{(100 - \% \text{ aspal terhadap campuran}) \times \text{berat isi sampel}}{\text{berat jenis agregat}} \right] \dots\dots\dots(10)$$

### 5. *Void In Mineral Agregate (VMA)*

*VMA* adalah rongga antar butir agregat dalam campuran aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen (%) terhadap total berat campuran. Nilai *VMA* dihitung dengan menggunakan persamaan (11).

$$VMA = (100 - i - j) \% \text{ rongga terhadap agregat} \dots\dots\dots(11)$$

### 6. *Marshall Quotient (MQ)*

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai *Marshall Quotient* dihitung dengan persamaan (12).

$$MQ = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots(12)$$

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan dengan metode *marshall* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik akibat penambahan aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin.

Spesifikasi campuran aspal pada penelitian ini mengacu pada peraturan Bina Marga 1983, Bina Marga 1987 dan Bina Marga 1998 seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.6.



Tabel 3.6 Spesifikasi Campuran

Sifat Campuran	Spesifikasi Campuran					
	Bina Marga 1983		Bina Marga 1987		Bina Marga 1998	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Jumlah Tumbukan	2 x 75		2 x 75		2 x 75	
Stabilitas (kg)	750	-	550		800	-
<i>Flow</i> (mm)	2	4	2	4	2	-
<i>VITM</i> (%)	3	5	3		3	5
<i>VIWA</i> (%)	75	82	75	82	65	
<i>VMA</i> (%)	-	-	14		16	-
<i>MQ</i> (kg/mm)	-	-	200	350	200	500

