

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Lapis Aspal Beton / Asphalt Concrete (AC)

Menurut Saodang (2005), Lapis Aspal beton terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampurkan secara panas kemudian dihamparkan dan dipadatkan membentuk lapis perkerasan jalan yang kedap air. Lapis Aspal Beton biasanya digunakan untuk lalu lintas ringan hingga berat. Oleh karena itu, bahan campuran untuk lapisan ini harus mempunyai kualitas campuran yang baik. Persyaratan campuran aspal beton yang akan digunakan pada penelitian ini harus memenuhi ketentuan seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1. Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Tabel 6.3.3.1c

3.2. Bahan Penyusun

Pada penelitian ini, bahan penyusun yang akan digunakan dalam campuran aspal terdiri dari aspal, agregat, bahan pengisi (*filler*), dan bahan tambah.

3.2.1. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan aspal pen 60/70. Ketentuan penggunaan aspal keras dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2. Ketentuan Penggunaan Aspal Keras Pen 60/70

Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25° C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
Viskositas Kinematis 135° C	ASTM D2170-10	≥ 300
Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
Berat Jenis	SNI 2442:2011	≥ 1,0
Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i>	AASHTO T44-14	≥ 99
Pengujian Residu hasil TFOT		
Berat yang hilang	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
Penetrasi pada 25° C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54
Daktilitas pada 25° C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Tabel 6.3.2.5

3.2.2. Agregat

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) agregat yang digunakan dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan No. 4 (4,75 mm) yang dilakukan dalam keadaan basah dan dalam kondisi bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan lainnya. Agregat kasar tersebut juga harus memenuhi ketentuan yang terdapat pada Tabel 3.3. Sedangkan agregat halus merupakan pasir atau hasil pengayakan batu pecah yang lolos ayakan No. 4 (4,75mm) yang dapat berasal dari sumber manapun. Agregat halus ini harus dalam kondisi bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang lainnya yang dan harus memenuhi ketentuan lainnya yang terdapat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.3. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Persyaratan
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan		Natrium sulfat	Maks. 12%
			Magnesium sulfat
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%

Pengujian		Metoda Pengujian	Persyaratan
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 *)
	Lainnya		95/90 **)
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10%
Material Lolos Ayakan No. 200		SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Tabel 6.3.2.1a

Catatan:

- *) 100/90 = 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
- ***) 95/90 = 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

Tabel 3.4. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Persyaratan
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Tabel 6.3.2.2

Jenis perkerasan AC-WC memiliki ketentuan batas maksimum penyerapan air sebesar 3% dan perbedaan berat jenis agregat kasar dengan agregat halus tidak

boleh melebihi 0,2. Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal diperoleh dari hasil analisa saringan, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi. Gradasi tersebut harus memenuhi batas-batas yang terdapat dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Ketentuan Gradasi Agregat Gabungan

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos Terhadap Total Agregat		
		LASTON (AC)		
ASTM	(MM)	WC	BC	Base
1 ½"	37,5	-	-	100
1"	25		100	90-100
¾"	19	100	90-100	76-90
½"	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	77-90	66-82	52-71
No. 4	4,75	53-69	46-64	35-54
No. 8	2,36	33-53	30-49	23-41
No. 16	1,18	21-40	18-38	13-30
No. 30	0,6	14-30	12-28	10-22
No. 50	0,3	9-22	7-20	6-15
No. 100	0,15	6-15	5-13	4-10
No. 200	0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Tabel 6.3.2.3

3.2.3. Bahan pengisi (*filler*)

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) kadar *filler* digunakan harus masuk kedalam rentang 1%-3% terhadap berat total agregat. Pada penelitian ini menggunakan batu kapur sebagai *filler* sebanyak 2%.

3.2.4. *Steel slag*

Menurut Martina (2013) *steel slag* adalah limbah sisa hasil pengolahan bijih besi (logam) atau dapat berupa kerak tanur. Secara visual, *steel slag* berbentuk bongkahan-bongkahan keras menyerupai bentuk batuan yang tidak beraturan. *Steel slag* dapat dikategorikan sebagai agregat karena telah lolos pengujian *Los Angeles Abrasion Test*. Dari pengujian tersebut, *steel slag* yang lolos ayakan 1,7 mm sebanyak 27 % sehingga masuk dalam persyaratan penentuan agregat.

3.2.5. **Gondorukem**

Menurut Azka, dkk (2018) gondorukem merupakan hasil penyulingan dari getah pohon pinus yang berbentuk padat dan berwarna kuning keemasan. Gondorukem memiliki sifat perekat atau sifat elastis yang menyerupai aspal, berfungsi menambah kerekatan pada lapisan perkerasan jalan raya. Selain itu, gondorukem mempunyai sifat kedap air yang diharapkan dapat memperbaiki, menambah kualitas lapisan perkerasan jalan raya serta melindungi dari kerusakan yang disebabkan oleh alam, khususnya hujan. Gondorukem mempunyai fungsi untuk meningkatkan perekatan (*adhesion promoters*) (Wiyono, 2002). Pada penelitian ini menggunakan kadar gondorukem sebanyak 1,5% dari kadar aspal.

3.2.6. **Parameter *marshall test* dan formula perhitungan**

Berikut ini merupakan rumus perhitungan untuk mendapatkan nilai pada parameter *Marshall Test*:

1. Kepadatan (*density*)

Nilai kepadatan dalam campuran perkerasan laston disebut dengan density.

Nilai kepadatan dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Berat Benda Uji}}{\text{Volume Benda Uji}} \dots\dots\dots (3-1)$$

2. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan menerima beban lalu lintas oleh perkerasan jalan tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan arloji atau dial indikator yang ada pada alat marshall, kemudian dikalikan dengan hasil kalibrasi cincin pengujian (*proving ring*) serta angka koreksi sesuai benda uji. Berikut rumus dari stabilitas.

$$S = p \times q \dots\dots\dots (3-2)$$

keterangan:

S = Nilai Stabilitas (kg)

p = hasil pembacaan arloji x kalibrasi cincin pengujian (*proving ring*)

q = angka koreksi

3. Kelelehan (*flow*)

Flow merupakan kemampuan beton aspal menahan beban berulang pada suhu terpanas di lapangan tanpa terjadinya keretakan. Nilai *flow* didapat dari hasil pembacaan arloji pengukur kelelehan.

4. Kadar rongga diantara agregat (*Void in Mineral Agregate / VMA*)

Void in Mineral Agregate merupakan rongga atau ruang yang berada di antara butir-butir agregat yang terdapat pada campuran beraspal yang telah dipadatkan. Nilai VMA bisa didapatkan dengan menggunakan rumus yang tertera dibawah ini.

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots\dots\dots (3-3)$$

keterangan:

VMA = kadar rongga dalam agregat

G_{mb} = berat jenis curah campuran padat (AASHTO T-166)

G_{sb} = berat jenis agregat curah

P_s = persen agregat terhadap total campuran

5. Kadar rongga terisi aspal (*Void Filled with Asphalt / VFA*)

Void Filled with Asphalt merupakan rongga atau ruang yang berada di antara butir-butir agregat yang terisi aspal didalam campuran aspal. Nilai VFA dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$VFA = \frac{100 \times (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots (3-4)$$

keterangan:

VFA = rongga terisi aspal, persen terhadap VMA

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen terhadap volume total campuran

VIM = rongga di dalam campuran, persen terhadap volume total campuran

6. Kadar rongga dalam campuran (*Void In the Mix / VIM*)

Void In Mix merupakan rongga atau ruang yang berisi aspal di dalam campuran beraspal yang sudah dipadatkan. Nilai VIM dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots (3-5)$$

keterangan:

VIM = rongga di dalam campuran, persen terhadap volume total campuran

G_{mm} = berat jenis curah campuran padat (AASHTO T-166)

G_{mb} = berat jenis maksimum campuran

7. *Marshall Quotient* (QM)

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dari nilai stabilitas dibagi dengan kelelahan, dapat didapatkan dengan rumus sebagai berikut.

$$QM = \frac{s}{r} \dots\dots\dots (3-6)$$

keterangan:

QM = nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

s = stabilitas (kg)

r = kelelahan (mm)

