

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Laston atau AC (Asphalt Concrete)

Laston merupakan lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (BSN,1989).

3.2 Bahan Penyusun

3.2.1 Aspal

Aspal merupakan zat perekat antar campuran dan pengisi rongga antar campuran. Pada penelitian ini menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan ketentuan Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Ketentuan Aspal Penetrasi 60/70

Jenis Pengujian	Metoda	Persyaratan
Penetrasi, 25° C, 100gr, 5 detik, 0.1 mm	SNI 06-2456-1991	60 - 70
Titik Lembek, ° C	SNI 2434:2011	≥ 48
Daktilitas, 25 ° C, 5 cm/menit	SNI 2432:2011	≥ 100
Titik Nyala, ° C	SNI 2433:2011	≥ 232
Berat Jenis (25 ° C) gr/cc	SNI 2441:2011	≥ 1,0
Berat yang Hilang, %	SNI 06-2441:1991	≤ 0,8
Penetrasi Setelah Kehilangan Berat, %	SNI 06-2456-1991	≥ 54
Kelarutan Terhadap CCL ₄ , %	AASHTO T44-03	≥ 99

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.2.(5). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).

Tabel 3.2 Ketentuan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pematatan

Prosedur Pelaksanaan	Temperatur Aspal (° C)
	Aspal Pen 60/70
Pencampuran benda uji <i>Marshall</i>	155 ± 1
Pematatan benda uji <i>Marshall</i>	145 ± 1

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.5.(1). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).

3.2.2 Agregat

Agregat dalam penyusunan Laston dapat dibagi berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Agregat kasar adalah agregat yang lolos ayakan No.8 (2,38mm), Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan No.8 (2,38mm), dan *filler* adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.200 (75 mikron) (Bina marga,2010).

Pada penelitian ini menggunakan *Bottom ash* sebagai substitusi agregat halus. *Bottom ash* sudah diakui di Amerika Serikat dan menunjukkan hasil yang memuaskan. Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa *Bottom ash* sebagai pengganti agregat halus memberikan peningkatan kekuatan dan *impermeability* (Ghafoori,1998). Kandungan yang ada dalam *Bottom ash* dapat di lihat pada Tabel

3.5

Tabel 3.3 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan Natrium Sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (Campuran AC Modifikasi) 500 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 30%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95%
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.2.(1a). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).

Tabel 3.4 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Berat jenis	SNI 3423:2008	Min. 2,5 gr/cc
Peresapan terhadap air	SNI 03-6877:2002	Maks. 3%

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.2.(2). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).

Tabel 3.5 Komposisi *Bottom ash*

Komponen Kimia	Kadar Senyawa Kimia (%)
SiO ₂	26,98
Al ₂ O ₃	39,40
Fe ₂ O ₃	10,62
CaO	0,63
MgO	0,56
SO ₃	0,15
Na ₂ O	0,15

Sumber: (Santoso dan Roy, 2003)

Tabel 3.6 Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos		
	Laston (AC)		
	WC	BC	Base
37,5	-	-	100
25	-	100	90-100
19	100	90-100	76-90
12,5	90-100	75-90	60-78
9,5	77-90	66-82	52-71
4,75	53-69	46-64	35-54
2,36	33-53	30-49	23-41
1,18	21-40	18-38	13-30
0,6	14-30	12-28	10-22
0,3	9-22	7-20	6-15
0,15	6-15	5-13	4-10
0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.2.(3). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).

3.2.3 Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.200 (75 mikron) dengan minimum 75% lolos saringan. *Filler* yang dapat digunakan berupa debu batu kapur (*limestone dust*), kapur padam (*hydrated lime*), semen atau abu terbang. *Filler* digunakan untuk mengisi bagian-bagian yang kosong (rongga-rongga). Semua campuran beraspal harus mengandung *filler* yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2% (Bina marga, 2010).

Penelitian ini menggunakan *Sika Fume* sebagai *filler* yang diperoleh dari PT.Sika Nusantara Pratama cabang Yogyakarta. *Sika Fume* merupakan zat aditif dari teknologi silika fume yang berbentuk serbuk, silika fume sangat efektif untuk memproduksi beton berkualitas tinggi.

Tabel 3.7 Komposisi *Sika Fume*

Komponen Kimia	Kadar Senyawa Kimia (%)
SiO ₂	93,6
Al ₂ O ₃	0,3
Fe ₂ O ₃	0,5
CaO	0,3
MgO	0,5
Na ₂ O	0,1
K ₂ O	1,3
LOI	2,8

Sumber : (Harun ,1997)

3.3 Parameter Marshall Test

Pengujian campuran aspal dapat dinyatakan layak dipakai atau tidak dengan melakukan uji *Marshall*. Dalam pengujian ini terdapat beberapa parameter-parameter yang harus dipenuhi sehingga campuran dapat dianggap layak untuk digunakan, parameter- parameter ini kemudian disebut sebagai karakteristik *Marshall*. Dalam penelitian ini menggunakan Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston yang dapat dilihat pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Persyaratan Campuran Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1,0		
	Maks.	1,4		
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min.	800		1800
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min	250		300
Kelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.3.(1c). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3).

Berikut akan dijelaskan macam-macam dan langkah dalam mendapatkan nilai untuk masing-masing parameter *Marshall*.

3.3.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima repetisi beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Nilai stabilitas didapat dari pembacaan arloji stabilitas yang kemudian dikalibrasi dengan *proving ring* dan dikoreksi tebal benda uji.

$$S = p \times q \dots\dots\dots(3-1)$$

keterangan :

S = angka stabilitas (kg),

p = pembacaan arloji x kalibrasi *proving ring* (kg),

q = angka koreksi tebal benda uji.

3.3.2 Kepadatan (*density*)

Kepadatan (*density*) menunjukkan kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal.

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(3-3)$$

keterangan :

g = berat isi benda uji (gr/cc),

c = berat benda uji sebelum direndam (gr),

d = berat benda uji jenuh air (gr),

e = volume benda uji di dalam air (gr),

f = volume benda uji (cc).

3.3.3 *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

Void in Mineral Aggregate (VMA) persen rongga dalam agregat yang terisi oleh aspal, nilai VMA dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(3-4)$$

$$j = \frac{(100-b) \times g}{B_j.Agregat} \dots\dots\dots(3-5)$$

keterangan :

l = persen rongga dalam agregat (%),

j = volume agregat terhadap benda uji (%),

b = persentase aspal terhadap campuran (%),

g = berat isi benda uji (gr/cc).

3.3.4 *Void Filled with Asphalt (VFWA)*

VFWA merupakan nilai persentase rongga yang terisi aspal di dalam campuran, nilai VFWA dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$m = 100 \times \frac{i}{l} \dots\dots\dots(3-6)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j.Asfal} \dots\dots\dots(3-7)$$

keterangan :

m = persen rongga terisi aspal (%),

l = persen rongga dalam agregat (%),

b = persentase aspal terhadap campuran (%),

g = berat isi benda uji (gr/cc).

3.3.5 *Void in The Mix (VITM)*

Void in The Mix (VITM) adalah persentase rongga udara yang ada terhadap campuran perkerasan aspal, nilai VITM dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$n = 100 - (100 \times \frac{g}{h}) \dots \dots \dots (3-8)$$

$$h = \frac{100}{\left(\frac{\% \text{ agregat}}{Bj. Agregat}\right) + \left(\frac{\% \text{ aspal}}{Bj. Aspal}\right)} \dots \dots \dots (3-9)$$

keterangan :

n = persen rongga terhadap campuran (%),

g = berat isi benda uji (gr/cc),

h = berat jenis maksimum teoritis campuran (gr/cc).

3.3.6 *Kelelehan (flow)*

Kelelehan adalah ketahanan campuran aspal dari beban berulang tanpa terjadinya kelelehan berupa alur atau retak. Nilai *flow* didapatkan dari pembacaan arloji pengukur kelelehan.

3.3.7 *Marshall Quotient (QM)*

Nilai QM diperoleh dari hasil dari nilai stabilitas dibagi nilai kelelehan.

Nilai QM dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$QM = \frac{s}{r} \dots \dots \dots (3-10)$$

keterangan :

QM = nilai *Marshall quotient* (kg/mm),

S = stabilitas (kg),

r = kelelehan (mm).

