

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Aspal Beton

Menurut Sukirman (2007) aspal beton merupakan salah satu jenis lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Pembuatan aspal beton dimaksudkan untuk memberikan daya dukung dan memiliki sifat tahan terhadap keausan akibat lalu lintas, kedap air, mempunyai nilai struktural, mempunyai nilai stabilitas yang tinggi. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan-lapisan menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawahnya. Berikut susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur yang terdiri dari:

1. lapis permukaan (*surface course*),
2. lapis podasi atas (*base course*),
3. lapis pondasi bawah (*subbase course*),
4. lapis tanah dasar (*subgrade*).

3.2. Penyusun Campuran Perkerasan Asphalt Concrete - Binder Course

Bahan utama penyusun perkerasan jalan *Asphalt Concrete - Binder Course* adalah agregat, aspal, dan bahan pengisi (*filler*) dan dapat ditambahkan *additive* untuk mendapatkan hasil-hasil tertentu di lapangan. Untuk mendapatkan hasil yang

baik dan berkualitas dalam menghasilkan perkerasan jalan, maka bahan-bahan tersebut harus memiliki kualitas yang baik pula.

3.2.1. Agregat

Agregat merupakan sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam atau buatan (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas, No.03/PT/B/1983). Agregat yang dipakai dalam campuran lapis aspal beton pondasi atas harus memenuhi persyaratan yang tercantum pada tabel di bawah ini yang mencakup persyaratan agregat.

Agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam Tabel 3.1., Tabel 3.2. dan Tabel 3.3;

Tabel 3.1. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Pengujian	Standar	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 2417:2008	maks 30 %
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	> 95%
3	Kekekalan bentuk terhadap natrium	SNI 3407:2008	≤ 12%
4	Material lolos ayakan no.200	SNI 03-4142:1996	< 2%
5	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 perbandingan 1:5	< 10%

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

Tabel 3.2. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Pengujian	Standar	Syarat
1	<i>Sand equivalent</i>	SNI 03-4428:1997	Min 60%
2	Berat jenis semu	SNI 3423:2008	≥ 2,5 gr/cc
3	Peresapan terhada air	SNI 03-6877:2002	< 3%

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tabel 6.3.2.(1a) dan Tabel 6.3.2.(2a) Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Tabel 3.3. 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)

3.2.2. Aspal

Aspal merupakan bahan padat atau semi padat dan merupakan senyawa hydrocarbon yang berwarna coklat gelap atau hitam pekat dan terdiri dari asphaltene dan maltene yang memiliki fungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak (Sukirman,2007). Pada penelitian ini menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan persyaratan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Pengujian dan Persyaratan Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Metoda	Persyaratan
1	Penetrasi, 25 °C, 100gr, 5 detik, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60 -70
2	Titik Lembek, °C	SNI 2434-2011	≥ 48
3	Daktalitas, 25 °C, 5cm/menit	SNI 2432-2011	≥ 100
4	Titik Nyala, °C	SNI 2433-2011	≥ 232
5	Berat Jenis (25 ⁰ C) gr/cc	SNI 2441-2011	≥ 1,0
6	Berat yang Hilang, %	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat %	SNI 06-2456-1991	≥ 0,75

No.	Jenis Pengujian	Metoda	Persyaratan
8	Kelarutan Terhadap CCL4 %	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)

Kadar aspal ditentukan dengan cara *Marshall* terhadap benda uji dengan jumlah tumbukan yang disesuaikan dengan klasifikasi lalu lintas. Berikut persyaratan untuk menentukan kadar aspal optimum terlihat pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Persyaratan Campuran Laston

Sifat- sifat Campuran		Laston					
		Lapisan Aus		Lapisan Antara		Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Jumlah tumbukan per bidang		75				112	
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1					
	Maks.	1,4					
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3					
	Maks.	5					
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15		14		13	
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65		65		65	
Stabilitas <i>marshall</i> (kg)	Min.	800				1800	
Pelelehan (mm)	Min.	2				3	
	Maks.	4				6	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 derajat C	Min.	90					

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

Tabel 3.6. Persyaratan Campuran Laston yang Dimodifikasi (AC Mod)

Sifat- sifat Campuran		Laston					
		Lapisan Aus		Lapisan Antara		Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Jumlah tumbukan per bidang		75				112	
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1					
	Maks.	1,4					
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3					
	Maks.	5					
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15		14		13	
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65		65		65	
Stabilitas <i>marshall</i> (kg)	Min.	1000				2250	
Pelelehan (mm)	Min.	2				3	
	Maks.	4				6	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 derajat C	Min.	90					

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

3.2.3. Aspal Polimer Starbit E-55

Aspal starbit diproduksi dengan menggunakan polimer yang didesain khusus untuk modifikasi aspal dan bahan-bahan aditif lainnya yang telah teruji memiliki spesifikasi kualitas yang baik. Sistem peralatan produksi dan pelaksanaan produksinya mengacu pada standar tinggi (setara dengan API standar) dengan manajemen kualitas yang kontinyu akan memberikan hasil aspal polimer yang tidak hanya memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan namun juga akan memberikan kinerja yang baik. (PT Bintang Djaja, 2015)

Aspal starbit sendiri diutamakan dalam sebagai bahan pengikat dan diutamakan untuk jalan dengan lalu lintas padat dan berat jalur khusus (*busway*,

crossway), dan daerah dengan curah hujan yang tinggi. Bahan-bahan yang digunakan dalam campuran aspal polimer starbit ini merupakan gabungan agregat kasar, agregat halus, *filler* (jika diperlukan), dan aspal polimer starbit yang dicampur, dihamparkan, serta dipadatkan secara panas pada temperature tertentu.

Aspal polimer starbit dapat pula digunakan sebagai lapis resap pengikat (*prime coat*) dan lapis perekat (*track coat*). Baik yang diaplikasikan secara *cutback* atau yang dibuat dalam bentuk emulsi. Starbit dapat juga digunakan untuk lapis kedap air seperti *stress alleviating membrane* (SAM) atau *stress alleviating membrane interlayer* (SAMI) yang berfungsi sebagai pencegah retak refleksi.

3.2.4. Penggunaan *Masterfiber* untuk Perkerasan Jalan

Masterfiber merupakan salah satu produk serat dengan kinerja yang tinggi yang telah dikembangkan untuk membantu mengendalikan beton dan mortar retak. Serat ini sendiri menambahkan property ikatan yang diharapkan mendapatkan hasil berupa control retak dan usia beton yang lebih panjang. (BASF, 2015)

Produk *Masterfiber* memiliki kekuatan Tarik yang tinggi, modulus elastisitas yang tinggi, ultra-tipis monofilamen homopolimer serat *polypropylene* yang dirancang cepat untuk mendistribusikan secara merata di seluruh matriks beton. Penggunaan serat fiber ini sendiri di Amerika Serikat sudah mengalami perkembangan, pemanfaatannya tidak lagi hanya untuk pembuatan beton, melainkan untuk perkerasan jalan. Kekuatan tarik yang tinggi dari serat ini dimanfaatkan untuk memperkuat perkerasan aspal, lapangan udara, parkir, dll.

Jutaan serat fiber ini diharapkan terdistribusi ke seluruh perkerasan jalan yang dibangun yang dapat mendapatkan peningkatan kekuatan dan daya tahan/stabilitas, serta membantu menolak retak premature dan *rutting*. Dengan menggunakan fiber ini didapatkan usia konstruksi akan lebih panjang dan dapat menambah nilai proyek.

3.2.5. *Filler*

Bahan pengisi (*filler*) berfungsi sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. agregat ini merupakan material yang lolos ayakan no.200 (0,074 mm).Bahan yang sering digunakan sebagai *filler* adalah semen, *fly ash*, abu sekam, debu batu kapur, dan semen *Portland* atau bahan lainnya yang mampu mengisi bagian-bagian kosong dari susunan aspal beton tersebut.

3.3. Parameter *Marshall Test* dan Durabilitas

Dari pengujian *Marshall* diperoleh parameter-parameter yang disebut karakteristik *Marshall* (*Marshall Properties*). Macam-macam dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencari karakteristik *Marshall* dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.3.1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan suatu perkerasan untuk menahan deformasi atau perubahan yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Nilai stabilitas didapat dari pembacaan arloji stabilitas yang kemudian dikalibrasi dengan *proving ring* dan dikoreksi tebal benda uji.

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

dengan:

S = angka stabilitas

p = pembacaan arloji \times kalibrasi alat

q = angka koreksi tebal benda uji

3.3.2. Kelelehan (*flow*)

Kelelehan menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan, nilai *flow* didapatkan dari pembacaan *flowmeter*.

3.3.3. Kepadatan (*density*)

Density adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume. Nilai *density* menunjukkan kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. *Density* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kualitas bahan, kadar aspal, jumlah tumbukan dan komposisi bahan penyusun. Nilai *density* (BD) dihitung dengan rumus:

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

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

dengan:

c = benda uji sebelum direndam (gr)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = volume benda uji di dalam air (gr)

f = volume benda uji (ml)

BD = g = berat volume benda uji (gr/ml)

3.3.4. Void in Mineral Aggregate (VMA)

Void in Mineral Aggregate (VMA) adalah presentase rongga dalam agregat pampat yang terisi oleh aspal. Nilai VMA dihitung dengan rumus:

$$b = \frac{a}{100 - a} \times 100 \dots\dots\dots (3-6)$$

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

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJAgregat} \dots\dots\dots (3-8)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots (3-9)$$

dengan:

a = persentase aspal terhadap batuan (%)

b = persentase aspal terhadap campuran (%)

g = berat isi benda uji (gr/ml)

l = persentase rongga terhadap agregat (%)

i dan j = rumus substitusi

Maka VMA dapat dihitung dengan rumus:

$$VMA = 100 \times i / l \dots\dots\dots (3-10)$$

3.3.5. Void in The Mix (VIM)

Void in The Mix (VIM) adalah persentasi rongga udara yang ada terhadap bolume pampat suhu campur. Nilai VIM diperoleh dengan suhu :

$$(n) \text{ rongga terisi aspal} = 100 - (10 \times \frac{g}{h}) \dots\dots\dots (3-4)$$

$$h = \frac{100}{\frac{\%aspal}{BJAgregat} + \frac{\%aspal}{BJaspal}} \dots\dots\dots (3-5)$$

dengan:

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum teoritis campuran (gr/ml)

3.3.6. Durabilitas Campuran

Prosedur pengujian durabilitas mengikuti rujukan SNI M-58-1990. Uji perendaman dilakukan pada temperatur $60 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Masing-masing golongan terdiri dari 2 sampel yang direndam pada bak perendaman untuk semua variasi kadar aspal. Spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah untuk mengevaluasi keawetan campuran adalah pengujian Marshall perendaman di dalam air pada suhu 60°C selama 24 jam. Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar, dinyatakan sebagai persen, dan disebut Indeks Stabilitas Sisa (IRS), dan dihitung sebagai berikut :

$$IRS = \frac{MSi}{MSs} \times 100\%$$

Keterangan:

IRS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

MSs = Stabilitas *Marshall* Standar (kg)

Msi = Stabilitas *Marshall* Perendaman (kg)

Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas mensyaratkan IRS harus lebih besar dari 90 %. Kriteria Perendaman 24 Jam (satu hari) tidak selalu

menggambarkan sifat keawetan campuran setelah masa perendaman yang lebih lama (Craus, 1981). Peneliti-peneliti ini memeriksa keawetan benda uji dari material aspal yang direndam di dalam air untuk waktu yang lebih lama dan dicari suatu parameter kuantitatif tunggal yang akan memberikan ciri kepada seluruh kurva keawetan. Kriteria-kriteria berikut dinilai memenuhi “indeks keawetan” yaitu:

1. harus rasional dan didefinisikan secara fisik,
2. harus menggambarkan kekuatan menahan dan nilainya absolut,
3. harus menunjukkan potensi keawetan untuk suatu rentang yang fleksibel dari masa perendaman,
4. harus dengan tepat memberikan gambaran dari perbedaan perubahan waktu perendaman dari kurva keawetan.