

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Aspal Beton

Aspal Beton merupakan salah satu jenis lapis 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, dan mempunyai nilai struktural, dan 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. (Sukirman, 2007 dalam Wijaya, 2016).

Berikut susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur :

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

3.2. Campuran Perkerasan Aspal Lapisan Antara (AC-BC)

Lapisan antara atau *Asphalt Concrete-Binder Course* merupakan salah satu lapisan dalam campuran jenis perkerasan Lapis Aspal Beton (Laston). Menurut Anthony (2016), bahan penyusun dari lapisan *Asphalt Concrete-Binder Course* terdiri dari agregat, aspal, bahan pengisi (*filler*) dan dapat ditambahkan *additive* tertentu untuk menghasilkan hasil tertentu di lapangan. Kualitas tiap bahan penyusun ini sangat menentukan kualitas akhir dari perkerasan jalan yang dibuat. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga membuat standar dalam menentukan kualitas bahan penyusun hingga kualitas campuran perkerasan jalan tersebut.

3.2.1. Agregat

Agregat terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Sedangkan untuk agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75mm). Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. (Bina Marga, 2010)

Agregat yang digunakan dalam campuran perkerasan harus memenuhi ketentuan yang tertera pada Tabel 3.1. dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan Natrium Sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles (Campuran AC Modifikasi) 500 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 30%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir pecah pada agregat kasar	SNI 7619:2012	95/90 *)
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos Ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Catatan:

*) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

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

Tabel 3.2. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-4428-1997	Min.60%
Berat jenis semu	SNI 3423:2008	Min. 2,5 gr/cc
Peresapan terhadap air	SNI 03-4141-1996	Maks. 3%

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

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan untuk dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 3.3. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal Beton (Laston)

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos Ayakan terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)		
	AC-WC	AC-BC	AC-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
0,600	14-30	12-28	10-22
0,300	9-22	7-20	6-15
0,150	6-15	5-13	4-10
0,075	4-9	4-8	3-7

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

3.2.2. Aspal modifikasi polimer Starbit E-55

Aspal merupakan bahan padat atau semi padat dan merupakan senyawa *hydrocarbon* yang berwarna coklat gelap atau hitam pekat dan terdiri dari *asphaltenese* dan *maltenese* yang memiliki fungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak. (Sukirman, 2007). Pada penelitian ini dipakai aspal modifikasi polimer Starbit E-55.

Aspal modifikasi polimer Starbit E-55 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 menghasilkan aspal

polimer yang tidak hanya memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan namun juga akan memberikan kinerja yang baik (PT Bintang Djaja, 2015 dalam Wijaya, 2016).

Aspal starbit sendiri diutamakan sebagai bahan pengikat dan diutamakan untuk jalan dengan lalu lintas padat dan berat, seperti jalur khusus (*busway*, *crossway*) dan daerah dengan curah hujan yang tinggi. (Wijaya, 2016).

Penggunaan aspal modifikasi polimer Starbit E-55 pada penelitian ini mengacu pada persyaratan dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 yang ditujukan pada Tabel 3.4. dan Tabel 3.5.

Tabel 3.4. Persyaratan Aspal Modifikasi Starbit E-55 (Elastomer Sintetis)

Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat
Penetrasi pada 25 ⁰ C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	Min.40
Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 54
Daktilitas pada 25 ⁰ C	SNI 2432:2011	≥ 100
Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
Kelarutan dalam CCl ₄ (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
Berat jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0
Kehilangan berat aspal (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8

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

Tabel 3.5. Ketentuan Viskositas & Temperatur Aspal Polimer Starbit E-55 untuk Pencampuran dan Pemadatan

Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (Pas)	Temperatur Aspal (°C)
Pencampuran benda uji <i>Marshall</i>	0,2	165 ± 1
Pemadatan benda uji <i>Marshall</i>	0,4	155 ± 1

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

3.2.3. Bahan pengisi (*filler*) untuk campuran beraspal

Beberapa ketentuan dalam penentuan *filler* atau bahan pengisi yang ditambahkan dalam campuran beraspal menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 adalah sebagai berikut.

1. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) terdiri atas debu batu kapur (*limestone dust, Calcium Carbonate, CaCO₃*), atau debu kapur padam yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2006), semen atau mineral yang berasal dari Asbuton yang sumbernya disetujui oleh direksi pekerjaan. Jika digunakan aspal modifikasi dari jenis asbuton yang diproses maka bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) sudah memperhitungkan kadar *filler* yang terkandung dalam asbuton tersebut.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya kecuali untuk mineral asbuton. Mineral asbuton harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.100 (150 micron) tidak kurang dari 95% terhadap beratnya.
3. Bilamana kapur tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian, tidak digunakan sebagai bahan pengisi. Kapur yang seluruhnya terhidrasi yang dihasilkan dari pabrik yang disetujui dan semen yang memenuhi persyaratan yang disebutkan pada pasal nomor 2 diatas, dapat digunakan maksimum 2% terhadap berat total agregat.

4. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) minimal 1% dari berat total agregat.

3.3. Parameter *Marshall Test*

Marshall test dilakukan ketika benda uji sudah dipadatkan untuk menentukan kelayakan atau kemampuan perkerasan aspal dalam mencapai nilai-nilai yang dibutuhkan untuk menjadi suatu perkerasan jalan yang baik. Ketentuan sifat campuran Laston yang dimodifikasi (AC Mod) dijelaskan dalam Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston yang Dimodifikasi (AC Mod)

Sifat-sifat campuran		Laston (AC)		
		AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1		
	Maks.	1,4		
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3		
	Maks.	5		
Rongga dalam agregat (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65		
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min.	1000		2250
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6
<i>Marshall quotient</i> (kg/mm)	Min.	300		350

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

Pengujian parameter *marshall test* pada penelitian ini menggunakan standar yang tercantum dalam RSNI M-01-2003 tentang Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat *Marshall* dengan ruang lingkup campuran beraspal

dengan butir agregat maksimum 25,4mm (1 in). Parameter *marshall test* yakni sebagai berikut.

3.3.1. Stabilitas

Nilai stabilitas merupakan nilai suatu campuran aspal dalam mempertahankan bentuk campuran tersebut terhadap beban kendaraan. Stabilitas menunjukkan beban maksimum yang dapat diterima suatu campuran beraspal sampai saat terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram. Nilai stabilitas didapat dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *marshall* yang kemudian disesuaikan dengan kalibrasi *proving ring* dan koreksi tebal benda uji atau volume 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 atau volume benda uji

3.3.2. Kelelehan (*flow*)

Nilai kelelehan yakni nilai yang menunjukkan tingkat deformasi atau perubahan bentuk dari campuran aspal pada saat runtuh yang dinyatakan dalam satuan milimeter. Nilai kelelehan didapat dari pembacaan arloji pengukur kelelehan.

3.3.3. Kepadatan (*density*)

Density atau berat isi atau berat volume adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume benda uji. Nilai *density* menunjukkan kepadatan suatu campuran aspal dengan agregat. Nilai *density* dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$G_{mb} = \frac{B_k}{V} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$V = B_{ssd} - B_a \dots\dots\dots(3-3)$$

Keterangan :

G_{mb} = *density* (berat isi benda uji) (gr/cc)

B_k = benda uji sebelum direndam (gr)

B_{ssd} = berat benda uji jenuh air kering permukaan (gr)

B_a = berat benda uji di dalam air (gr)

V = volume benda uji (cc)

3.3.4. Berat jenis maksimum campuran

Berat jenis maksimum campuran digunakan dalam perhitungan untuk menentukan kadar rongga pada benda uji. Nilai berat jenis maksimum campuran didapat dari perhitungan antara berat jenis efektif agregat total dan berat jenis aspal. Agregat total atau agregat pembentuk benda uji secara keseluruhan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 fraksi yakni agregat kasar dan agregat halus. Cara menentukan nilai berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) adalah sebagai berikut.

$$Gsb = \frac{100}{\sum \left(\frac{Ps(i)}{BJ\ bulk(i)} \right)} \dots\dots\dots(3-4)$$

$$Gsa = \frac{100}{\sum \left(\frac{Ps(i)}{BJ\ apparent(i)} \right)} \dots\dots\dots(3-5)$$

$$Gse = \frac{(Gsb + Gsa)}{2} \dots\dots\dots(3-6)$$

$$Gmm = \frac{100}{\left(\frac{Ps}{Gse} \right) + \left(\frac{Pa}{Ga} \right)} \dots\dots\dots(3-7)$$

Keterangan :

Gsb = berat jenis *bulk* agregat total (gr/cc)

Gsa = berat jenis *apparent* agregat total (gr/cc)

$Ps(i)$ = presentase masing-masing fraksi agregat (%)

$BJ\ bulk(i)$ = berat jenis *bulk* masing-masing fraksi agregat (gr/cc)

$BJ\ apparent(i)$ = berat jenis *apparent* masing-masing fraksi agregat (gr/cc)

Gse = berat jenis efektif agregat (gr/cc)

Gmm = berat jenis maksimum campuran (gr/cc)

Ga = berat jenis aspal (gr/cc)

Ps = presentase agregat terhadap berat total campuran (%)

Pa = presentase aspal terhadap berat total campuran (%)

3.3.5. *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

Nilai *void in mineral aggregate (VMA)* adalah nilai presentase rongga dalam agregat terhadap volume total campuran. Cara dalam menentukan nilai VMA adalah sebagai berikut.

$$VMA = 100 - \left(\frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \right) \dots\dots\dots(3-8)$$

Keterangan :

VMA = *void in mineral aggregate* / rongga dalam agregat (%)

Gmb = kepadatan / *density* (gr/cc)

Ps = Presentase agregat terhadap berat total campuran (%)

Gsb = berat jenis *bulk* agregat total (gr/cc)

3.3.6. *Void In The Mix (VITM)*

Nilai *void in the mix (VITM)* merupakan nilai presentase rongga terhadap campuran perkerasan aspal. Nilai VITM diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$VITM = 100 - \left(100 \times \frac{Gmb}{Gmm} \right) \dots\dots\dots(3-9)$$

Keterangan :

VITM = *void in the mix* / rongga terhadap campuran (%)

Gmb = kepadatan / *density* (gr/cc)

Gmm = berat jenis maksimum campuran (gr/cc)

3.3.7. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai *void filled with asphalt* (VFWA) merupakan nilai presentase rongga yang terisi aspal di dalam campuran, tidak termasuk aspal yang diserap agregat.

Nilai VFWA dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$VFWA = \frac{100(VMA - VITM)}{VMA} \dots\dots\dots(3-10)$$

Keterangan :

VFWA = *void filled with asphalt* / rongga terisi aspal (%)

VMA = *void in mineral aggregate* / rongga dalam agregat (%)

VITM = *void in the mix* / rongga terhadap campuran (%)

3.3.8. *Marshall Quotient (QM)*

Nilai *marshall quotient* merupakan hasil pembagian dari nilai stabilitas terhadap nilai kelelahan. *Marshall quotient* dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$QM = \frac{S}{r} \dots\dots\dots(3-11)$$

Keterangan :

QM = nilai *marshall quotient* (kg/mm)

S = nilai stabilitas (kg)

r = nilai kelelahan / *flow* (mm)