

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Perkerasan *Stone Matrix Asphalt* (SMA)

Berdasarkan SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt* (SMA) merupakan suatu campuran lapis perkerasan beraspal panas dimana komposisinya terdiri dari 2 bahan penyusun diantaranya yaitu *skeleton* agregat kasar dan bahan pengikat berupa aspal pen 60 dengan proporsi penggunaannya yang tinggi.

3.2. Bahan Penyusun

Dalam penelitian ini terdapat bahan-bahan penyusun pembuatan lapis perkerasan *Stone Matrix Asphalt*. Bahan penyusun lapis perkerasan *Stone Matrix Asphalt* hampir sama dengan lapis perkerasan lainnya, namun terdapat beberapa perbedaan dalam spesifikasi *Stone Matrix Asphalt*, yaitu dari gradasi bahan yang digunakan serta ditambahkan bahan serat selulosa pada lapis perkerasan ini. Disamping itu pada penelitian ini terdapat bahan substitusi berupa *steel slag* pada penelitian ini. Berikut beberapa bahan penyusun yang digunakan sesuai dengan SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt* (SMA).

3.2.1 Agregat

Dalam ketentuan spesifikasi SNI 8129:2015-SMA, ukuran agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan no. 4 (4,76 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan (Tabel 3.1). Pada agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu

pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 4 (4,76 mm). Agregat halus harus merupakan material yang harus bersih, keras, terbebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya, agregat halus harus memenuhi sesuai ketentuan (Tabel 3.2)

Tabel 3.1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan <i>natrium</i> atau <i>magnesium sulfat</i>	SNI 3407:2008	Maks. 12 %
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 2417:2008	Maks. 30 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95 %
Angularitas	ASTM D 5821-01	100/90 ⁽¹⁾
Partikel pipih dan lonjong (Perbandingan sebesar 1:5)	RSNI T-01-2005	Maks. 5 %

Sumber : SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt (SMA) Tabel 1*

Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara dengan pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60 %
Material lolos ayakan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %
Angularitas	SNI 03-6877-2002	Min. 45 %
Batas cair (<i>Liquid Limit, LL</i>)	SNI 1967:2008	Maks. 25
Indeks plastis (<i>Plastic Index, PI</i>)	SNI 1966:2008	NP

Sumber : SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt (SMA) Tabel 2*



Gambar 3.1 Agregat Kasar dan Agregat Halus

3.2.2 Aspal

Aspal merupakan campuran bahan pengikat agregat pada perkerasan berasal dari minyak bumi atau disebut sebagai bahan dasar aspal. Aspal memiliki fungsi sebagai bahan pengisi rongga antara material dalam campuran. Dalam penelitian ini menggunakan aspal pen 60/70. Pada lapis perkerasan *Stone Matrix Asphalt* terdapat beberapa ketentuan dalam pemilihan aspal keras tertera pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Ketentuan Untuk Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60 - 70
1.	Penetrasi pada suhu 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60 - 70
2.	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
3.	Daktilitas pada suhu 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
4.	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
5.	Kelarutan dalam <i>Thichlor Ethylen</i> (%)	ASTM D2042	≥ 99
Lanjutan Tabel 3.3 Ketentuan untuk Aspal Keras			
6.	Berat jenis aspal	SNI 2441:2011	≥ 1,0

7.	Stabilitas penyimpanan : Perbedaan titik leleh (°C)	ASTM D 5976 part 6.1 SNI 2434:2011	-
----	--	---------------------------------------	---

Sumber : SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt (SMA) Tabel 4*



Gambar 3.2 Aspal penetrasi 60/70

3.2.3 Bahan pengisi (*filler*)

Menurut SNI 8139:2015 Bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan atau material yang ditambahkan untuk suatu campuran aspal, contohnya dapat berupa serbuk kapur, semen, atau abu terbang. Bahan pengisi atau *filler* harus dalam kondisi kering dan bebas dari gumpalan – gumpalan serta harus memenuhi syarat SNI 03-6723-2002 bila diuji pengayakan mengacu sesuai dengan SNI ASTM C136-2012 harus terdapat bahan yang lolos ayakan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Dalam spesifikasi Bina Marga 2018 – divisi 6 seksi 6.3 poin 4.c menjelaskan bahwa Khusus untuk lapis perkerasan SMA tidak dibatasi kadar *filler* namun tidak boleh menggunakan bahan dari semen. Dalam penelitian *filler* yang digunakan yaitu serbuk kapur.



Gambar 3.3 Serbuk Kapur Sebagai Bahan *Filler*

3.2.4 Serat Selulosa

Yang membedakan *Stone Matrix Asphalt* (SMA) dengan jenis lain yaitu penggunaan serat selulosa dalam campuran aspal. Serat selulosa ditambahkan pada campuran sebesar 0,3%, yang berguna untuk mencegah proses *draindown*. Serat selulosa dapat menggunakan bahan alternatif alami lainnya, karena untuk penggunaan serat selulosa sendiri membutuhkan biaya yang mahal. Dalam penelitian ini dedak padi digunakan sebagai bahan alternatif serat selulosa alami. Serat selulosa memiliki beberapa ketentuan yang tertera pada table 2.5.

Tabel 3.4 Ketentuan Serat Selulosa Pada Aspal SMA

Pengujian	Satuan	Persyaratan
Serat :		
Panjang seratt	mm	6,350
Lolos ayakan No. 20	%	85 ± 10
Lolos ayakan No. 40	%	40 ± 10
Lolos ayakan No. 140	%	30 ± 10
pH	-	7,5 ± 1,0
Absorsi minyak	-	7,5 ± 1,0 kali berat serat selulosa
Kadar air	%	Maks. 5
Selulosa pelet :		
Diameter	mm	3,8 – 4,0
Panjang	mm	5,9 – 6,1

Sumber : SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Tabel 3



Gambar 3.4 Dedak Padi Sebagai Bahan Serat Selulosa Alami

3.2.5 *Steel Slag*

Menurut Setiati (2018) *slag* baja adalah limbah berbentuk padat yang berasal dari proses suatu peleburan baja. *Steel slag* memiliki sifat fisik yang hampir menyerupai seperti batuan kerikil, namun *steel slag* mempunyai kekakuan yang lebih daripada kerikil. Sehingga dengan adanya *steel slag* dalam lapis perkerasan berpotensi memberikan tambahan kualitas pada lapis perkerasan, disamping itu dalam penggunaan limbah *steel slag* ini juga memberikan langkah daur ulang terhadap limbah-limbah industri penghasil *steel slag* tersebut dan dapat mengurangi proses penambangan material kerikil yang digunakan dalam lapis perkerasan.



Gambar 3.5 *Steel Slag* Sebagai Bahan Substitusi

3.3. Parameter Marshall Test

Dengan adanya parameter *marshall* memberikan nilai-nilai penunjang kualitas pada lapis perkerasan. Sebagai contoh terdapat nilai stabilitas dimana dengan nilai tersebut memberikan arti bahwa lapis perkerasan mampu memberikan ketahanan terhadap beban yang dimuat. Selain itu masih terdapat beberapa parameter penilaian lainnya, dimana terdapat beberapa kriteria persyaratan dalam penilaian *marshall* tersebut.

Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) yang akan diuji harus memenuhi batas – batas yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran SMA

Sifat – Sifat Campuran		Persyaratan Lapis Perkerasan SMA
Kadar aspal		6,0 – 7,0
Jumlah tumbukan tiap bidang		50
Rongga dalam campuran (VIM), %	Min.	4,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam agregat (VMA), %	Min.	17
Rasio VCA_{MIX} / VCA_{DRC}		< 1
<i>Draindown</i> pada temperatur produksi, % berat dalam campuran (waktu 1 jam)	Maks.	0,3
Stabilitas <i>Marshall</i> , kg	Min.	600
	Maks.	4,5
Pelelehan, mm	Min.	2
	Maks.	4,5
<i>Tensile Strength Ratio</i> (TSR) pada VIM 6 % \pm 1 %	Min.	80
Stabilitas dinamis, lintasan/mm	Min.	2500

Sumber : SNI 8129:2015 *Stone Matrix Asphalt* (SMA)

Berikut langkah-langkah dan perhitungan untuk mendapatkan hasil masing-masing dari parameter marshall:

1. Kepadatan (*density*)

Nilai terhadap kepadatan (*density*) untuk menunjukkan kepadatan pada campuran aspal dan agregat.

$$g = \frac{c}{f} \quad \dots\dots\dots(3-1)$$

$$f = d - e \quad \dots\dots\dots(3-2)$$

Keterangan:

<i>g</i>	= berat isi benda uji (gr/cc).
<i>c</i>	= berat benda uji sebelum direndam (gr).
<i>d</i>	= berat benda uji jenuh air (gr).
<i>e</i>	= volume benda uji jenuh air (gr).
<i>f</i>	= volume benda uji (cc).

2. *Void in Mineral Asphalt* (VMA)

Void in Mineral Asphalt adalah ruang rongga udara diantara partikel agregat di suatu perkerasan.

$$VMA = 100 - (j) \quad \dots\dots\dots(3-3)$$

$$j = \frac{[100-(b)].g}{b.j. Agregat} \quad \dots\dots\dots(3-4)$$

Keterangan:

<i>j</i>	= volume agregat terhadap benda uji.
<i>b</i>	= kadar aspal terhadap campuran.
<i>g</i>	= berat isi benda uji (gr/cc).
VMA	= rongga dalam mineral (%).

3. *Void In The Mix* (VITM)

Void In The Mix (VITM) adalah rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang dinyatakan dalam presentase volume total campuran.

$$VITM = 100 - 100 \frac{g}{h} \dots\dots\dots(3-5)$$

$$h = \left[\frac{100}{\left(\frac{\% agregat}{b.j.agregat} + \frac{\% aspal}{b.j.aspal} \right)} \right] \dots\dots\dots(3-6)$$

Keterangan:

g = berat isi benda uji (gr/cc).
 h = berat jenis maksimum teoritis.
 $VITM$ = persen rongga terhadap campuran (%).

4. VFWA

Void Filled With Asphalt (VFWA) adalah volume rongga dalam lapis perkerasan yang terisi campuran aspal yang berada diantara rongga partikel agregat dalam campuran lapis perkerasan dan dinyatakan dalam persen rongga.

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{l} \dots\dots\dots(3-7)$$

$$i = \frac{b \times g}{b.j. aspal} \dots\dots\dots(3-8)$$

Keterangan:

$VFWA$ = *Void Filled With Asphalt (%)*
 i = Volume aspal terhadap benda uji (%)
 l = VMA (%)

5. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan suatu perkerasan dalam kemampuan menahan beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan suatu bentuk secara permanen terhadap lapisan perkerasan tersebut. Nilai stabilitas didapatkan dari hasil pembacaan dial indicator marshall, dikalikan kalibrasi dengan proving ring kemudian, dikoreksi tebal benda uji. Persamaan pada stabilitas sebagai berikut:

$$S = p \times q \quad \text{.....(3-9)}$$

Keterangan:

S = angka stabilitas (kg).
 p = pembacaan arloji x proving ring.
 q = angka koreksi tebal benda uji.

6. Kelelahan plastis (*flow*)

Nilai *flow* (kelelahan) didapatkan dari hasil pembacaan oleh jam arloji *flow* pada alat *marshall*. Nilai satuan yang didapatkan adalah mm. *Flow* (kelelahan) merupakan ketahanan campuran aspal dari beban berulang tanpa terjadinya kerusakan lapisan berupa alur atau retak.

7. Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$QM = \frac{s}{r} \quad \text{.....(3-10)}$$

s = nilai stabilitas (kg)
 r = nilai kelelahan (mm)
 QM = *Marshall Quotient* (kg / mm)