

BAB II

LANDASAN TEORI

1.1 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat. Jika dipanaskan sampai suhu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan atau penyiraman pada perkerasan atau pun pelaburan. Jika temperature mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis) (Tenriajeng, 1999).

Lapisan aspal merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari birumen dengan agregat bergradasi dan cocok untuk jalan layak dilalui kendaraan berat. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°-155° C, sehingga disebut aspal beton campuran panas.

Campuran ini lebih dikenal juga dengan nama hotmix. Berdasarkan bentuknya, aspal dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu :

1. Aspal Keras, aspal keras pada suhu ruang (25°-30°C) berbentuk aspal padat. SMA dibedakan berdasarkan nilai penetrasi (tingkat kekerasannya). Untuk aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas, volume lalu lintas tinggi sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin, lalu lintas daerah.

Aspal keras yang biasa digunakan yaitu:

- AC Pen 40/50
- AC Pen 60/70
- AC Pen 80/100
- AC Pen 120/150
- AC Pen 200/300

2. Aspal cair, aspal cair adalah campuran antara aspal keras dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Maka aspal cair berbentuk cair dalam temperature ruang. Aspal cair digunakan untuk keperluan lapis serap pengikat (*prime coat*).
3. Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal degan air dan bahan pengemulsi. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispresikan dalam air.

1.1.1. Pengertian Aspal Pen 60/70

Aspal untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai dengan 175°C tidak berbusa, dan memenuhi persyaratan berdasarkan *Thin Film Oven Test* (AASHTO T-179).

Tabel 2. 1 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70

N O	Jenis pengujian	Metode Pengujian	Persy aratan
1	Penetrasi 25°C (0,1	SNI 06-2456 1991	60-70
2	Titik lembek (°C)	SNI 06-2434- 1991	48-58
3	Titik nyala dan titik	SNI 06-2433- 1991	Min. 200
4	Berat jenis (Gr/Cc)	SNI 06-2441- 1991	Min. 1
5	Kehilangan berat (%)	SNI 06-2440- 1991	Maks. 0,8
6	Daktalitas (cm)	SNI 06-2432- 1991	Min. 100

Sumber: Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga.



Gambar 2. 1 Aspal Pen 60/70

1.2 Aspal Stone Matrix Asphalt (SMA)

Stone Matrix Asphalt (SMA) adalah salah satu jenis aspal beton campuran panas dengan material agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal yang membentuk mortar atau spesi dengan aspal sebagai bahan pengikat yang dicampur dalam keadaan panas. Campuran ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan suatu lapisan permukaan (*wearing course*) yang mampu memberikan ketahanan maksimal terhadap alur (*rutting*) dan abrasi dari lalu lintas berat.



Gambar 2. 2 Aspal Stone Matrix Asphalt (Kasar)

2 Sifat-Sifat Stone Matrix Asphalt (SMA)

1. Tahan terhadap alur (*Rutting Resistance*) pada temperatur tinggi dan lalu lintas berat yang terkonsentrasi pada suatu tempat (jejak roda kendaraan). Ketahanan terhadap reformasi disumbangkan oleh struktural mineral dengan tipe kerangka (*skeleton*), yaitu dengan adanya perpindahan gaya

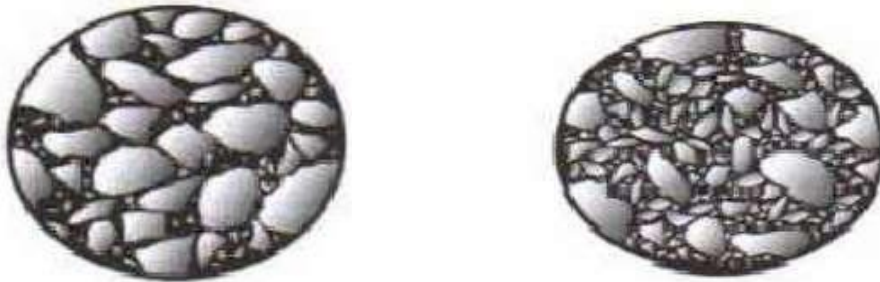
langsung diantara *chipping* yang ada dan *mastic* yang berupa aspal mortar sehingga mampu menahan struktur *chipping* tetap pada kedudukannya.

2. Tahan terhadap proses pengausan oleh roda kendaraan (*wearing resistance*). Ketahanan ini disumbangkan dengan adanya kontak langsung antara roda kendaraan dan *chipping* yang cukup besar.
3. Memiliki struktur permukaan yang kasar dan seragam (*homogen*).
4. Digunakan aspal dengan kadar yang cukup tinggi karena banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran.
5. Dapat dilaksanakan dengan pelapisan yang tipis.
6. Dengan tingginya kadar aspal memberikan lapisan aspal yang tebal sehingga memberikan ketahanan terhadap proses oksidasi pada bitumen yang terjadi karena sinar ultraviolet dari matahari yang berfungsi sebagai katalisator dapat menyebabkan terjadinya pelapukan dan kelekatan yang lebih baik terhadap campuran. Dengan adanya sifat ini sehingga memberikan umur layanan yang lebih panjang.
7. Tidak peka terhadap perubahan kadar aspal terhadap campuran.
8. Menghasilkan kelekatan yang lebih baik antara lapisan SMA sebagai *wearing course* dengan lapisan bawahnya.
9. Lebih *fleksibel* dalam mengatasi perubahan bentuk akibat kurang mantapnya lapisan bawah.

3 Jenis-Jenis SMA

1. SMA 0,5 dengan tebal perkerasan (1,5-3)cm, untuk pemeliharaan dan perbaikan setempat, seperti perbaikan deformasi pada jalur roda ban (*rutting*).
2. SMA 0,8 dengan tebal perkerasan (2-4)cm, untuk pelapisan overlay pada jalan lama.
3. SMA 0,11 dengan tebal perkerasan (3-5)cm untuk lapis aus (*wearing course*) pada jalan baru.

Kandungan aspal yang tinggi memerlukan suatu stabilitas dengan bahan tambah. Bahan tambah yang biasanya digunakan dalam campuran SMA umumnya adalah serat selulosa. Campuran SMA terisi oleh agregat kasar yang saling mengunci (*interlocking*) sedangkan pada *Hot Mix Asphalt* (HMA) agregat terlihat seperti mengapung di dalam campuran.



Gambar 2. 3 *Split Mastic Asphalt* (SMA) dan *Hot Mix Asphalt* (HMA) Konvensional

4 Karakteristik *Stone Matrix Asphalt* (SMA)

1. Agregat kasar dengan ukuran $>2\text{mm}$ dengan jumlah fraksi tinggi antara 70% hingga 80%.
2. Mastik aspal berupa campuran agregat halus, *filler*, aspal dan bahan tambah akan membentuk lapisan *film* yang tebal.
3. Mampu melayani lalu lintas berat
4. Tahan terhadap oksidasi
5. Tahan terhadap deformasi pada temperatur tinggi
6. Fleksibel.
7. Tahan terhadap panas atau temperatur tinggi.
8. Kedap air
9. Aman untuk lalu lintas karena kekesatan (*skid resistance*) baik.
10. Tingkat keseragaman campuran yang tinggi.

4.2 Spesifikasi *Stone Matrix Asphalt* (SMA)

Spesifikasi Penyediaan Batu dan Aspal (SMA) untuk lapis permukaan atau lapis aus, baik yang menggunakan pena aspal 60 sd 70 atau aspal modifikasi. Perencanaan dasar untuk menentukan parameter volumetric campuran dalam rongga dalam campuran (*VIM*), rongga antar mineral agregat (*VMA*) dan adanya kontak antara butiran agregat kasar. *Stone Matrix Asphalt* yang menggunakan bahan pengikat aspal pen 60 sd 70 kemudian disebut SMA dan yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi disebut SMA Mod.

2.3.1 Agregat Kasar (*Coarse Aggregate*)

Dalam campuran fungsi atau peranan agregat kasar ialah sebagai penahan mortar yaitu bila ada tekanan terhadap campuran akan menimbulkan kecenderungan *flow* tersebut akan ditahan oleh agregat kasar sehingga jumlah agregat kasar dalam campuran sangat berpengaruh terhadap stbilitas,kekuatan.

Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan		Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12 %
		Magnesium sulfat		Maks. 18 %
Abrasi dengan	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%
		500 putaran		Maks. 30 %
mesin Los	Semua jenis	100		Maks.

		putaran		8%
		500 putaran		Ma ks. 40 %
Kel'ekatan agregat terhadap aspal			SNI 2439:201 1	Min . 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:201 2	10 0/9 0	
	Lainnya		95/ 90	

Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandi ng 1 : 5	Ma ks. 5%
	Lainnya		Ma ks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI AST M C 117:2002	Ma ks 1%

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2018

Tabel 2. 3 Ukuran nominal agregat kasar penampung dingin untuk campuran aspal

Jenis Campuran	Ukuran nominal agregat kasar penampung dingin (<i>Cold Bin</i>) minimum yang diperlukan (mm)			
	5-8	8-11	11-16	16-22
<i>Stone</i>	Ya	Ya		
<i>Matrix Asphalt – Tipis</i>				
<i>Stone</i>	Ya	Ya	Ya	
<i>Matrix Asphalt – Halus</i>				
<i>Stone</i>	Ya	Ya	Ya	Ya
<i>Matrix Asphalt – Kasar</i>				
	5-10	10-14	14-22	22-30
Lataston Lapis Aus	Ya	Ya		
Lataston Lapis	Ya	Ya		

Pondasi				
Laston Lapis Aus	Ya	Ya		
Laston Lapis Antara	Ya	Ya	Ya	
Laston Lapis Pondasi	Ya	Ya	Ya	Ya

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2018



Gambar 2. 4 Agregat Kasar / Batu Pecah

Tabel 2. 4 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan	%Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat			
	Stone Matrix Asphalt (SMA)			
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar
1½"	37,5			
1"	25			100
¾"	19		100	90–100
½"	12,5	100	90–100	50–80
3/8"	9,5	70–95	50–80	
No.4	4,75	30–50	20–35	20–28
No.8	2,36	20–30	16–24	16–24
No.16	1,18	14–21		

No.30	0,600	12–18		
No.50	0,300	10–15		
No.100	0,150			
No.200	0,075	8–12	8–11	8–11

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018

2.3.2 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi atau *filler* merupakan agregat yang lebih halus di bandingkan agregat halus umumnya yang lolos saringan No. 200. *Filler* adalah bahan yang berfungsi mengurangi rongga, mengurangi permeabilitas dan menambah kekuatan tarik pada campuran beton aspal. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen.60-70.

2.4 Pengujian Marshall

Pengujian *Marshall* (*Marshall Test*) adalah suatu metode pengujian untuk mengetahui nilai ketahanan (stabilitas) dan kelelahan Plastis (*flow*) campuran beraspal. Ketahanan adalah kemampuan menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis, dinyatakan dalam satuan kilogram atau *pound*. Dengan kata lain stabilitas *Marshall* dimaksudkan sebagai beban maksimum yang dapat diterima oleh campuran sebelum runtuh. Sedangkan kelelahan plastis adalah perubahan bentuk campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban hingga batas runtuh, yang dinyatakan dalam. Sebelum pengujian *Marshall* terlebih dahulu dilakukan proses perendaman benda uji. Proses perendaman benda uji dilakukan pada suhu 60° C selama 30-45 menit dan 24 jam dan melakukan pengujian *Marshall* untuk mengetahui sifat mekanik benda uji yaitu stabilitas dan *flow*.

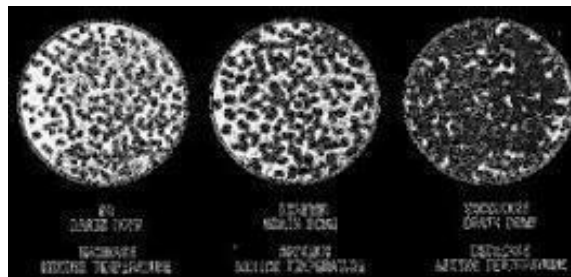
2.5 Draindown

National Asphalt Pavement Association (NAPA), (1999) menyatakan draindown adalah kondisi dimana agregat dan aspal memisahkan diri dari

sampel secara keseluruhan dan mengalir ke bawah dari campuran tersebut (pengaliran aspal). Uji *draindown* lebih signifikan untuk campuran SMA yang padat dan dinilai konvensional.

2.6 Pengujian *Draindown*

Uji *Draindown* dikembangkan oleh AASHTO, yaitu AASHTO T305, merupakan antisipasi terhadap kondisi mungkin terjadi saat proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan penghamparan campuran. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi potensi *draindown* campuran beraspal selama desain campuran produksi di lapangan. Metode pengujian ini mencakup penentuan jumlah *draindown* dalam campuran beraspal saat sampel pada kondisi temperature yang tinggi dan dibandingkan dengan kondisi pada saat produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan penghamparan campuran. Tes yang dikembangkan oleh AASHTO T305 merupakan antisipasi dari kondisi yang mungkin terjadi saat proses produksi, penyimpanan, pengangkutan dan penghamparan campuran.



Gambar 2. 5 Karakteristik *Draindown*

Rumus Pengujian *Draindown*

$$\text{Drainage} = \frac{C-B}{A} \times 100$$

Keterangan :

A = Berat total sampel (gram)

B = Berat awal wadah sebelum digunakan (gram)

C = Berat wadah setelah pengujian (gram)



Gambar 2. 6 Alat *Draindown*

2.7 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan dalam campuran aspal yang fungsinya untuk memperbaiki sifat-sifat aspal. Pada dasarnya alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan dan keawetan didalam lapis aus dan bahan ikat kontruksi perkerasan jalan.

- Modifikasi sifat adhesi aspal dengan *tension-active additive* (Tegangan aktif bahan tambah).
- Modifikasi sifat adhesi permukaan agregat dengan cara mekanis menggunakan larutan air semen atau larutan kapur.

Dari kedua modifikasi diatas yang banyak digunakan adalah dengan modifikasi yang pertama yaitu dengan menggunakan bahan tambah SMA.

2.8 Limbah Filter Rokok

Filter rokok adalah komponen rokok yang berfungsi untuk menyaring zat yang berbahaya, seperti nikotin dan tar, yang dihirup perokok. Filter rokok juga mencegah tembakau masuk kemulut perokok. Filter rokok diperkenalkan pada awal tahun 1950-an. Rokok filter juga dikenal sebagai rokok putih, karena tidak memiliki campuran cengkih seperti rokok kretek.

Filter rokok juga dikenal sebagai ujung filter, adalah komponen rokok. Bersama dengan kertas rokok, kapsul, dan perekat, filter dapat dibuat dari serat *selulosa aasetat plastic*, kertas atau arang aktif (baik sebagai filter rongga atau tertanam kedalam serat *selulosa aasetat plastic*).

2.9 Karakteristik Campuran SMA

Salah satu hal yang cukup berpengaruh terhadap karakteristik SMA

adalah rancangan campuran, baik itu pada saat pencampuran, penghamparan, pemadatan, atau pada saat pemanfaatannya. Suatu rancangan campuran dengan proporsi tertentu akan menghasilkan karakteristik campuran tertentu pula.

Tabel 2. 5 Ketentuan sifat- sifat campuran *Stone Matrix Asphalt*

Sifat-Sifat Campuran		SMA	SMA Mod
		Tipis, H alus, Kasar	Tipis, H alus, Kasar
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	4,0	
	Maks	5,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	17	
Rasio VCAmix/VCdrc	Maks	<1	
<i>Draindown</i> pada temperature Produksi, % berat dalam campuran (waktu 1jam)	Maks	0,3	
Stabilitas Marshall	Min	600	750
Pelelehan (mm)	Min	2	
	Maks	4,5	

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2018

A. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan yaitu kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur maupun *bleeding* (pengumpulan aspal di permukaan perkerasan). Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan menjadi kaku dan cepat mengalami retak, di samping itu karena volume antara agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah.

Hal ini menghasilkan film aspal tipis dan mengakibatkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitasnya rendah, dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan:

- a. Agregat dengan gradasi rapat.
- b. Agregat dengan permukaan kasar.
- c. Agregat berbentuk kubus.
- d. Aspal dengan penetrasi rendah.
- e. Aspal dengan jumlah mencukupi untuk ikatan antar butir.

B. Durabilitas (keawetan/daya tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu maupun keausan akibat gesekan kendaraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapisan beton aspal adalah:

- a. *Film* atau selimut aspal. Selimut aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis beton aspal yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi *bleeding* yang tinggi.
- b. *VIM* kecil sehingga hasil kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.
- c. *VMA* besar sehingga selimut aspal dapat dibuat tebal. Jika *VMA* dan *VIM* kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* (pengumpulan aspal di permukaan perkerasan) besar.

Yang dimaksud dengan *VIM* (*Void In Mix*) adalah pori dalam campuran yang telah dipadatkan atau banyaknya rongga udara yang ada dalam

campuran beton aspal.

Sedangkan *VMA (Void in Mix Aggregate)* adalah ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang cukup diserap agregat).

C. Fleksibilitas

Kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang maupun bergradasi semi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi).
- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

D. Tahan Geser / Kekesatan (*Skid Resistance*)

Tahan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga tidak mengalami slip, baik pada waktu hujan atau basah maupun pada waktu kering, kekerasan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dengan ban kendaraan.

Tahan geser akan tinggi jika:

- a. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*
- b. Penggunaan agregat berbentuk kubus.
- c. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

E. Ketahanan terhadap Kelelahan

Ketahanan terhadap kelelahan adalah ketahanan dari lapisan atas aspal beton (lataston) dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan adalah:

- a. *VIM* yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.

- b. VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi *flexible*.

F. Kemudahan Pekerjaan (*Workability*)

Yang dimaksud dengan kemudahan pekerjaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan pekerjaan adalah:

- a. Gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi jelek.
- b. Temperatur campuran ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
- c. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan yang lebih sukar.