

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

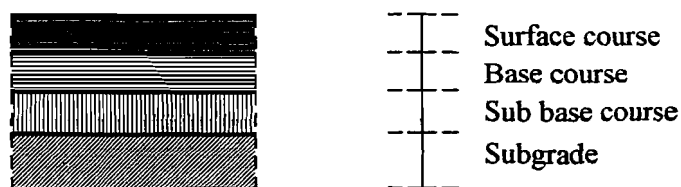
Sejarah perkerasan dimulai kira-kira tahun 3000 SM, waktu itu Mesir telah membuat jalan dari blok-blok batu yang diatur kemudian bangsa Romawi sekitar abad IV SM telah membuat jalan dari blok-blok batu yang besar dan diikat dengan kapur. Thomas Telford (1757 - 1834) menemukan konstruksi perkerasan jalan yang prinsipnya seperti perubahan lengkung yaitu batu belah yang ditata dengan prinsip saling mendesak. Pada waktu bersamaan John London Mc.Adam (1756 - 1836) memperkenalkan konstruksi perkerasan dengan sistem tumpang tindih dengan menggunakan batu - batu pecah. Perkerasan tersebut kemudian dinamakan Sistem Macadam. Sampai saat ini konstruksi tersebut masih dipakai bahkan menggabungkan keduanya.

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar (sub grade) yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban lalu lintas, yang selanjutnya beban diteruskan ke tanah dasar sehingga tanah dasar tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya.

Konstruksi perkerasan jalan berdasar bahan pengikatnya dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu :

- 1 Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.

Dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Tampang Struktur Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

2. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) adalah perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat.

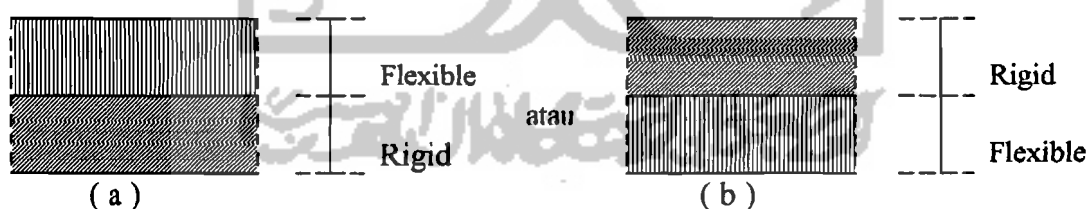
Dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Tampang Struktur Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

3. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement) adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau sebaliknya. Sampai saat ini perkerasan lentur masih menjadi pilihan utama untuk digunakan, sebab dirasa lebih menguntungkan dibanding dengan perkerasan jenis lainnya.

Dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Tampang Struktur Perkerasan Composit (Composit Pavement)

a. Type 1, b. Type2

Pada prinsipnya lapis perkerasan lentur tersusun atas 3 bagian yaitu :

1. Lapis pondasi bawah (sub base course) merupakan lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi atas dan tanah dasar serta berfungsi :
 - a. menyebarkan beban roda,

- b. lapisan untuk mencegah partikel halus tanah dasar naik kelapis pondasi atas,
 - c. lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi, dan
 - d. efisiensi penggunaan material karena mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
2. Lapis pondasi atas (base course) merupakan lapis yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan serta berfungsi :
- a. sebagai pendukung bagi lapis permukaan dan menahan gaya geser/lintang, dan
 - b. sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.
3. Lapis permukaan (surface course) merupakan lapisan paling atas dan berfungsi :
- a. memikul langsung beban lalu lintas dan meneruskannya kelapisan di bawahnya,
 - b. menahan gaya geser dari beban roda,
 - c. sebagai lapis aus (wearing course) akibat gaya gesek dan cuaca, dan
 - d. sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis di bawahnya.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran aspal, agregat dan bahan tambah untuk lapis permukaan (surface course).

3.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan petunjuk yang dapat dipergunakan untuk menentukan baik dan buruknya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya (sesuai umur rencana), keawetan serta kenyamanannya.

Karakteristik perkerasan tidak lepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Adapun karakteristik perkerasan dapat diuraikan seperti berikut ini.

3.2.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen. Beberapa

variabel yang mempunyai hubungan terhadap stabilitas lapis perkerasan antara lain adalah gesekan, kohesi dan inersia. Suatu lapis keras dapat dikatakan mempunyai stabilitas tinggi apabila ketiga faktor tersebut nilainya tinggi. Gesekan (friction) dari kelompok batuan (aggregate mass) bergantung pada gaya gesek dalam antar partikel (interparticel friction) serta daya lekat (mass viscositas) dari aspalnya

Gaya gesek dalam antar partikel dari batuan merupakan gabungan dari faktor - faktor yang terdapat pada batuan itu, yaitu bentuk-bentuk permukaan partikel, bentuk partikel , porositas, gradasi partikel dan minerologinya

Kohesi dipengaruhi oleh faktor-faktor sifat rheology gradasi agregat, kepadatan, adhesi antara aspal dan batuan. Sifat rheology yaitu sifat aspal tersebut dipengaruhi oleh jangka waktu pembebanan (time of loading). Apabila mendapatkan pembebanan dengan jangka waktu yang cepat. akan bersifat elastis, tetapi jika jangka waktu pembebanan lambat akan bersifat “viscouse,” sedangkan adhesi antar aspal dan batuan dipengaruhi oleh porositas, reaktivitas kimiawi. Menurut Kerb and Walker,1971 [6,p 385], kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah mencapai aspal optimum maka penambahan jumlah aspal akan berakibat menurunnya angka stabilitas. Inersia merupakan daya tahan terhadap pemindahan tempat. Inersia dipengaruhi oleh besarnya beban, jangka waktu pembebanan dan campuran perkerasan itu sendiri. Besarnya stabilitas dari suatu jenis perkerasan kemudian distandarisasi dengan cara “ Marshall Test .”

3.2.2 Keawetan

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan permukaan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan temperatur maupun keausan akibat gesekan kendaraan. Lapisan perkerasan dapat berubah karena oksidasi dan pelapukan yang disebabkan pengaruh air dan cuaca.

Pada umumnya durabilitas yang baik dapat diperoleh dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang baik serta campuran yang tidak permeable pada campuran perkerasan. Dipandang dari sudut jumlah aspal yang digunakan maka

dapat dikatakan bahwa makin banyak kadar aspal akan bertambah tebal lapisan aspal yang menyelimuti tiap butir batuan sehingga perkerasan lebih tahan lama karena mengurangi pori-pori yang ada dalam campuran sehingga air dan udara sukar masuk kedalam perkerasan.

Gaya pengausan yang terjadi dapat diredam dengan menggunakan batuan dengan sifat kekerasan yang tinggi, akan tetapi aspal berlebihan dapat menimbulkan "bleeding" pada perkerasan bila terkena perubahan temperatur yang tinggi.

3.2.3 Fleksibilitas (kelenturan)

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak, perubahan volume atau perubahan bentuk yang permanen. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan memberi kadar aspal yang tinggi dan digunakan aspal lunak serta dipakai gradasi agregat yang terbuka (open graded).

3.2.4 Tahanan Gesek/Kecepatan (skid resistance)

Kecepatan (skid resistance) adalah kemampuan lapis permukaan (surface course) pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan baik diwaktu basah maupun diwaktu kering. Beberapa faktor yang menyebabkan lapis

permukaan mempunyai ketahanan gesek yang tinggi hampir sama dengan faktor pada penentuan stabilitas.

Kadar aspal yang optimum pada agregat yang mempunyai permukaan kasar akan memberikan tahanan gesek/kecepatan yang tinggi. Faktor lain yang perlu juga diperhatikan adalah rongga udara yang cukup dalam lapisan perkerasan karena apabila terjadi kenaikan temperatur yang tinggi tidak terdesak keluar dan terjadi "bleeding".

3.2.5 Ketahanan Kelelahan (fatigue resistance)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang mengakibatkan terjadi alur (rutting) dan retak. Faktor yang menyebabkan terjadinya kelelahan adalah adanya rongga udara yang tinggi dan kadar aspal yang rendah dalam campuran perkerasan yang akan menyebabkan terjadinya retak, sedangkan rongga udara antar butiran dan kadar aspal yang tinggi dapat menyebabkan lapis perkerasan menjadi lunak sehingga terjadi alur (rutting).

3.2.6 Kemudahan Dalam Pelaksanaan (workability)

Yang dimaksud dengan kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan sesuai yang diharapkan (spesifikasi).

Faktor lain yang mempengaruhi adalah temperatur campuran terutama bahan pengikat yang bersifat termoplastik, serta kandungan filler yang tinggi menyebabkan pelaksanaan sukar karena viskositas naik.

3.3 Syarat-syarat Kekuatan Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke base course,
2. kedap terhadap air, sehingga air tidak dapat meresap kelapisan di bawahnya,
3. permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat mengalir,
4. memiliki stabilitas yang cukup dan dapat memikul beban lalu lintas tanpa terjadi suatu deformasi, bergelombang atau desakan samping,
5. tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas, dan

6. campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah rusak akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca.

Untuk dapat memenuhi syarat tersebut dipisah atas, perencanaan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. perencanaan masing-masing tebal perkerasan,
2. berdasarkan daya dukung base course, beban lalu lintas, keadaan lingkungan dan jenis lapisan yang dipilih,
3. analisis campuran bahan,
4. berdasarkan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang akan dipilih, dan
5. pengawasan pelaksanaan pekerjaan yang cermat mulai dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pemadatan.

3.4 Nilai Struktural Campuran Aspal

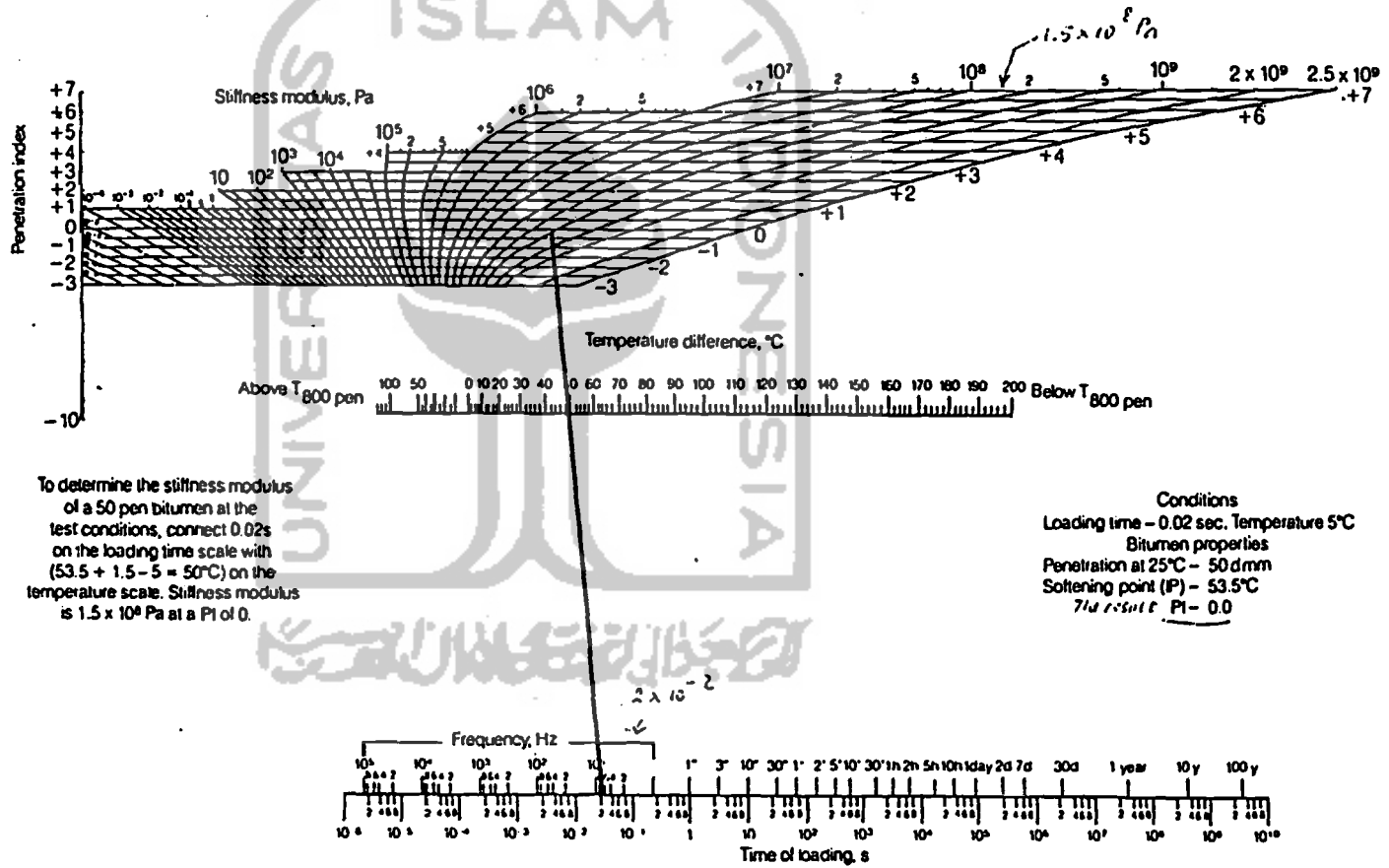
3.4.1 Modulus Kekakuan

3.4.1.1 Kekakuan Aspal

Kekakuan Aspal adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada aspal yang besarnya tergantung pada temperatur dan lama pembebanan. Nilai kekakuan aspal dapat ditentukan dengan nomogram Van Der Poel seperti terlihat pada Gambar 3.4., dimana pada pemakaiannya memerlukan data-data sebagai berikut :

- a. Temperatur rencana perkerasan (T) dalam
- b. Titik lembek atau "softening point" dari tes "Ring and Ball".
- c. Waktu pembebanan (t) dalam detik yang bergantung pada kecepatan kendaraan.
- d. Penetrasi Indeks (PI).

Gambar 3.4. Nomogram Van der Pool untuk menentukan nilai S bit
 Sumber) : The Shell Bitumen Handbook



3.4.4.2. Kekakuan Campuran (Mix Stiffnes)

kekakuan campuran adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada campuran aspal yang besarnya bergantung pada temperatur dan lamanya pembebanan. Untuk menetapkan mix stiffness (S_{mix}) digunakan metoda Shell.

Besarnya nilai kekakuan campuran SMA dapat ditentukan dengan menggunakan nomogram seperti gambar 3.2.

Pada metoda ini diperlukan data :

- modulus kekakuan bitumen (N/m), dari perhitungan atau dengan bantuan nomogram gambar 3.2. dibawah ini.
- volume bahan pengikat (%).
- volume mineral agregat (%).

3.4.2 Koefisien Kekuatan Relatif

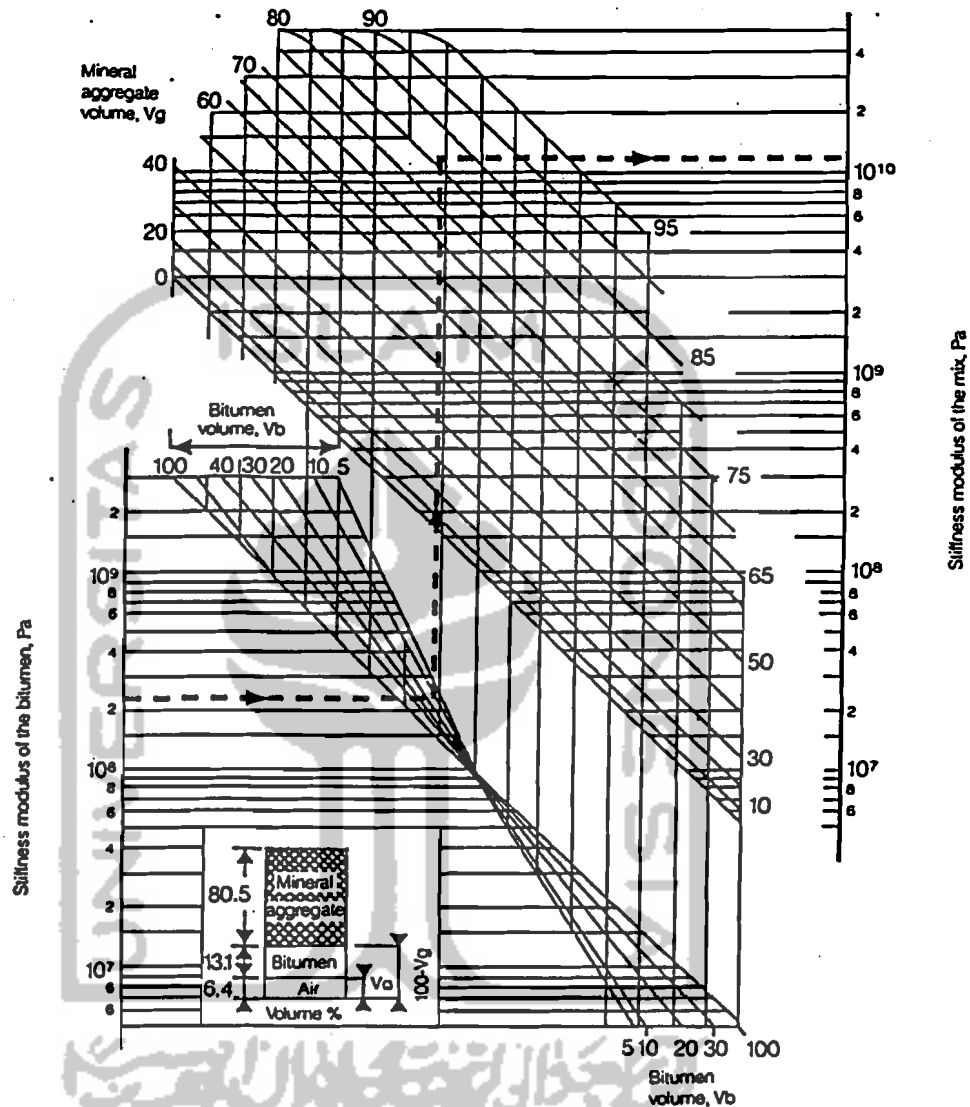
Koefisien kekuatan relatif adalah merupakan ukuran kemampuan bahan (lapis keras) dalam menjalankan fungsinya sebagai bagian dari perkerasan.

Dalam menentukan koefisien kekuatan relatif digunakan metoda Bina Marga [4] dan AASHTO 1972 [1] yang berupa tabel dan nomogram sebagai berikut ini.

Tabel 3.1. Nilai kekuatan relatif campuran aspal (Bina Marga)

No	Koefisien Kekuatan Relatif (a)	Nilai Stabilitas (Kg)
1	0,40	744
2	0,35	500
3	0,32	454
4	0,30	340

Sumber : Dit.Jend.Bina Marga Dept. Pekerjaan Umum.



Gambar 3.5. Nomogram Shell untuk menentukan nilai S_{mix}
 Sumber) : The Shell Bitumen Handbook

3.5. Split Mastik Asphalt

Pengertian Umum

1. Split Mastik Aspal adalah aspal yang terdiri atas campuran agregat, aspal dan bahan tambah. Dari tiga jenis Split Mastik Asphalt yang ada, yaitu SMA 0/5, SMA 0/8, dan SMA /11, yang dikembangkan di Indonesia adalah SMA 0/11.

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah SMA dengan grading 0/11.

2. Spesifikasi Teknik (Bina Marga)

Karakteristik dari Split Mastic Asphalt adalah sebagai berikut ini.

- a. Agregat kasar dengan ukuran > 2 mm dengan jumlah fraksi antara 70-80 %.
- b. Mastik Asphalt, campuran agregat halus, filler, aspal dan bahan tambah akan membentuk lapisan film yang tebal.
- c. Bahan tambah berupa serat selulosa yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat aspal.

3. Sifat-sifat SMA

SMA memiliki sifat-sifat sebagai berikut ini

- a. Mampu melayani lalu lintas berat :
Stabilitas Marshall : > 750 kg , Kelelahan Marshall : 2 - 4.
- b. Tahan terhadap oksidasi: Lapisan film aspal tebal: > 10 .
- c. Tahan terhadap deformasi permanen pada temperatur tinggi Nilai stabilitas dinamis : > 1500 lintasan/mm.
- d. Kelenturan : "Marshall Quotient" (stabilitas/flow) : 300 kg / mm
- e. Tahan terhadap cuaca panas (temperatur tinggi) : (aspal+ serat selulosa) : 60° C
- f. Kedap air : Rongga udara : 3 - 5 %
- g. Indeks perendaman : > 75 % (60° C, 48jam).
- h. Aman untuk lalu lintas (kesat) : Nilai kekesatan : $> 0,6$
- i. Tingkat keseragaman campuran yang tinggi :
Kadar aspal agregat kasar : tinggi
Viskositas aspal : tinggi

4. Bahan Pendukung

a. Agregat dengan persyaratan mutu sebagai berikut ini.

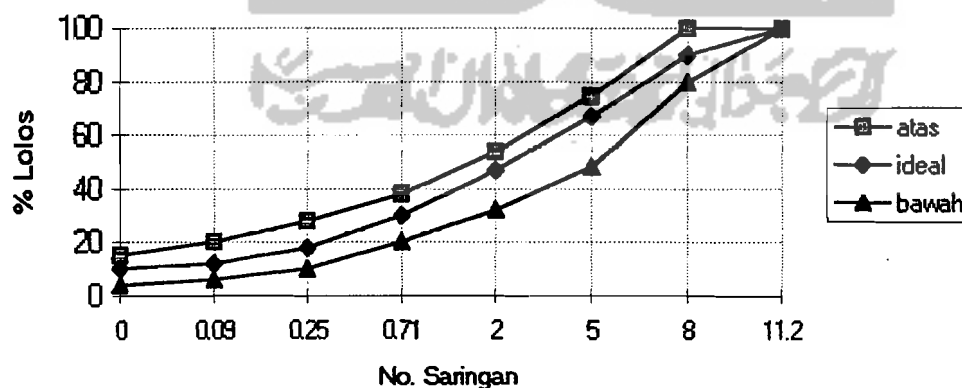
1. Kehilangan berat akibat abrasi mesin Los Angeles (PB.0206-76) maksimum 40%.
2. Kelekatan agregat terhadap aspal (PB.0206-76) minimal 95%.
3. Non plastis.

Gradasi SMA 0/11 adalah seperti yang terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Gradasi SMA 0/11

No. Saringan	% Lolos Saringan		
	Agregat Kasar	Agregat Halus	Filler
12,7 mm	100	-	-
11,2 mm	60 - 70	90 - 100	-
8,0 mm	0 - 20	80 - 100	-
5,0 mm	-	48 - 65	-
2,0 mm	-	15 - 40	100
0,71 mm	-	-	95 - 100
0,25 mm	-	-	90 - 100
0,09 mm	0 - 20	-	65 - 100

Sumber : Data primer Proyek Peningkatan Jalan dan Penggantian Jembatan
Propinsi Jawa Tengah, Dit.jend. Bina Marga DPU.



Gambar 3.6. Grafik Gradasi atas dan bawah SMA

b. Aspal yang biasa digunakan :

1. Aspal keras

Aspal yang dipakai adalah aspal keras (asphalt cement) penetrasi 60/70 yang memenuhi ketentuan SNI No. 1737.1989-F.

2. Aspal cair

aspal cair digunakan sebagai lapis perekat (Tack Coat). Aspal cair yang banyak digunakan sebagai lapis perekat adalah RC 250 dengan jumlah pemakaian 0,15 - 0,32 l/m²

Persyaratan Aspal AC Pen 60/70 seperti pada tabel 3.3

Tabel 3.3. Persyaratan AC Pen.60/70 (SNI No.1737.1989-F)

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi (25° C, 5 detik)	PA.0301 - 76	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek (ring & ball)	PA.0302 - 76	48	58	° C
3	Titik Nyala	PA.0303 - 76	200	-	° C
4	Kehilangan berat (163° C, 5 jam)	PA.0304 - 76	-	0,8	% berat
5	Kelarutan (CCL4)	PA.0305 - 76	99	-	% berat
6	Daktilitas (25° C, 5 cm/menit)	PA.0306 - 76	100	-	Cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	PA.0301 - 76	54	-	% awal
8	Daktilitas setelah kehilangan berat	PA.0306 - 76	50	-	Cm
9	berat jenis (25° C)	PA.0307 - 76	1	-	-

Sumber : Data Primer Proyek Peningkatan jalan dan Penggantian Jembatan Propinsi

Jawa Tengah, Dit. Jend. Bina Marga DPU.

c. Filler.

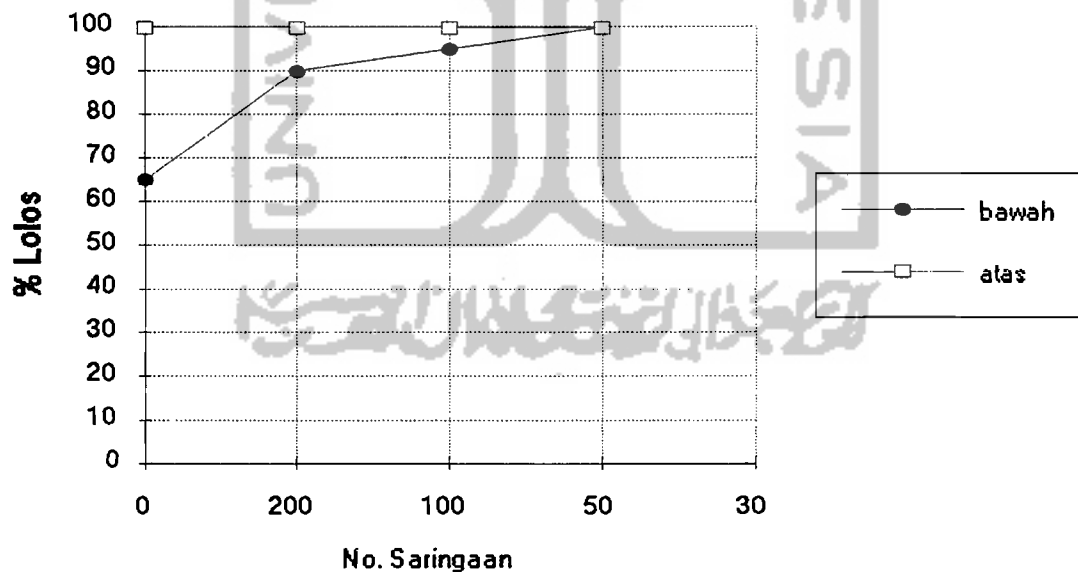
Dalam hal gradasi campuran aspal beton material lolos saringan No.200 (0,074mm) maka perlu diadakan material tambahan yang disebut filler. Filler yang dapat digunakan : debu batu, kapur, debu dolomit atau semen. Dalam penelitian ini digunakan abu batu. Filler harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%).

Gradasi mineral filler yang digunakan seperti pada tabel 3.4

Tabel 3.4. Gradasi Material Filler (SNI No.1737.1989/Fjo. SKBI-2.426.1987).

Ukuran Saringan	Filler % Lolos Saringan
No. 30 (0,59 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95 - 100
No. 100 (0,149 mm)	90 - 100
No. 200 (0,074 mm)	65 - 100

Sumber: Data Primer Proyek Peningkatan Jalan dan Penggantian Jembatan Propins Jawa Tengah, Dit.Jend.Bina Marga DPU.



Gambar 3.7. Grafik Gradasi Material Filler

c. Bahan tambah (additive).

Sebagai bahan tambah di dalam campuran SMA adalah serat selulosa (cellulosa fibre) dengan kadar serat 0,2 - 0,3 % terhadap total campuran. Persyaratan umum dari Bina Marga yang harus dipenuhi untuk serat selulosa agar dapat digunakan sebagai bahan tambah pada aspal beton campuran panas adalah :

1. mudah terdistribusi secara merata dalam campuran kering aspal beton campuran panas pada temperatur 160° C - 170° C,
2. dapat dipisahkan atau diekstraksi kembali dari aspal beton campuran panas,
3. tahan terhadap temperatur aspal beton campuran panas sampai dengan temperatur 250° C minimal selama waktu campuran, dan
4. kadar serat 0,3% terhadap berat aspal beton campuran panas dapat meningkatkan ketahanan aspal terhadap temperatur atau titik lembek.

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500. Hasil pengujian lengkap serat selulosa CF-31500 (custom fibers-31500) seperti yang tercantum pada tabel 3.5

Tabel 3.5. Hasil pengujian serat selulosa CF-31500

No.	Macam Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Prasyarat
1	Warna	-	abu-abu	-
2	pH	-	7,5	7,5
3	Kadar air	%	4,0	< 6,0
4	Kadar Organik	%	86,0	> 75,0
5	Berat isi gembur	gr/lit	30,0	> 25,0
6	Panjang serat	Mikron	< 5000	max 5000
7	Kelelahan akan asam alkali	-	baik	baik
8	Kelelahan suhu hingga 250 C	-	baik	baik
9	Distribusi dalam campuran kering suhu 170 C	-	merata	merata
10	Hasil Ekstrasi	%	100	100
11	Titik lembek aspal Pen 60/70+ serat sellulosa (97 %+3%SS)	-	57,8	5 5,0

Sumber : Data Primer Proyek Peningkatan Jalan dan Penggantian Jembatan

Propinsi Jawa Tengah, Dit.Jend. Bina Marga DPU.

Analisis data untuk mengetahui pengaruh kadar serbuk lateks terhadap stabilitas dapat dilakukan setelah pengujian Marshall didapat.

