

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Jalan

Sylvia Sukirman (1999) menyatakan bahwa berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan atas dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Penggunaan sistem konstruksi di atas, dihubungkan dengan kondisi di tiap-tiap tempat yang akan dibangun jalan, terutama sesuai dengan bahan yang mudah atau masih dapat diperoleh di tempat itu.

2.2. Aspal

Ir. Soeprapto Tm, M.Sc. (1994) menyatakan aspal merupakan campuran dari Hidrogen (H) dan Carbon (C) yang sangat kompleks. Dalam kondisi *unsaturated*, perubahan sifatnya perlu diperhatikan reaktifitasnya terhadap O₂.

Menurut Sylvia Sukirman (1999), aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

Rachmawati, ND dan Sugandono, J (2001) meneliti penggunaan serat serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat selulosa pada campuran SMA dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% didapatkan kadar aspal optimum 6,67%.

2.3. Agregat

Sylvia Sukirman (1999) mendefinisikan bahwa agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Sylvia Sukirman (1999) juga menyebutkan bahwa berdasarkan proses pengolahannya agregat yang dipergunakan pada perkerasan lentur dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu agregat alam (*natural aggregate*), agregat dengan proses pengolahan (*manufacture aggregate*) dan agregat buatan yang diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu (*stone crusher*).

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*).
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman.

2.4. Filler

Ir. F.A. Mudjiono CES (1994) menjelaskan bahwa *filler* adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal. Didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0.074) dan bahan *filler* dapat berupa debu batu, kapur *Portland Cement* atau lainnya.

2.5. SMA (*Split Mastic Asphalt*)

Split Mastic Asphalt adalah aspal yang terdiri atas campuran agregat, aspal, dan bahan aditive yang dicampur di AMP dalam panas, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. prosentase fraksi kasar/CA yang tinggi (70%-80%) dan memiliki gradasi terbuka (*open graded*).
2. kadar aspal dan kekentalan dari aspal tinggi (6,5%-7,5%) sehingga tebal filler aspal cukup tebal.
3. memerlukan agregat filler yang cukup banyak.
4. memerlukan bahan tambah untuk stabilisasi bitumen.

SMA memiliki 3 tipe menurut ukurannya sebagai berikut:

1. SMA 0/11: dengan ukuran maksimum agregat 11 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 2,5-5 cm umumnya dipakai untuk lapisan *wearing course* pada jalan baru.
2. SMA 0/8: dengan ukuran maksimum agregat 8 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 2-4 cm umumnya dipakai untuk lapisan ulang (*overlay*) dan *wearing course* pada jalan lama.
3. SMA 0/5: dengan ukuran maksimum agregat 5 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 1,5-3 cm umumnya dipakai sebagai lapis permukaan tipis untuk tujuan pemeliharaan dan perbaikan jalan

(Sumber : Modul PT. Sarana Karya Rekacipta, Custom Fibre CF-31500, 1992, Jakarta, Indonesia).

2.6. Bahan Tambah

Menurut Ir. Moh. Ali Khoirudin (1993), bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan dalam campuran aspal yang fungsinya untuk memperbaiki sifat-sifat aspal minyak sehingga agar fungsi dari bahan tambah tersebut terpenuhi perlu dilakukan modifikasi, modifikasi tersebut dibuat dalam dua kelompok sebagai berikut ini:

1. modifikasi sifat adhesi aspal dengan *tensio-active additive* (tegangan aktif bahan tambah).
2. 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 pada SMA. Menurut Perumalsamy N. Balaguru dan Surendra P. Shah (1992), bahan yang sering ditambahkan pada konstruksi bangunan adalah serat. Berikut ini adalah beberapa macam serat yang yang bisa dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. serat alam, antara lain:
 - a. serat selulosa (serat kayu)
 - b. serat serabut kelapa
 - c. serat ijuk
 - d. serat bambu
 - e. serat rami
 - f. serat rumput gajah, dll
2. serat buatan, antara lain:

- a. serat gelas
- b. serat karbon
- c. serat polimer

Dari beberapa macam serat diatas, serat selulosa sering digunakan sebagai bahan tambah pada SMA. Serat selulosa adalah serat yang dihasilkan dari proses ekstraksi batang pohon yang disebut pulping baik secara mekanik, kimia atau semi kimia. Dari hasil ekstraksi tersebut akan dihasilkan serat yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketiga unsur tersebut mampu bereaksi dengan aspal minyak dan bisa berfungsi untuk menstabilkannya.

Pada penelitian ini digunakan serat gelas sebagai bahan tambah pengganti serat selulosa. Menurut Kenneth G. Budinski (1989), Serat gelas adalah bahan sintetik yang dibuat dengan cara mengalirkan cairan gelas yang mempunyai bahan penyusun utama magnesium, alumina, dan silika melalui lubang dengan diameter tertentu. Cairan yang keluar dari lubang-lubang tersebut setelah mengeras akan menjadi serat gelas yang mempunyai ukuran ≤ 0.1 mm. Serat gelas ini dipakai untuk menggantikan serat selulosa yang merupakan bahan organik yang harus diolah dari alam, dan mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan serat selulosa.

Perumalsamy N. Balaguru dan Surendra P. Shah (1989) menerangkan beberapa sifat dari serat gelas antara lain :

1. tahan terhadap asam dan alkali
2. mampu bereaksi dengan aspal
3. tahan terhadap suhu tinggi

4. kekuatan tarik besar
5. tahan terhadap oksidasi

Dari beberapa sifat yang dimilikinya maka serat gelas dapat digunakan sebagai alternatif pengganti serat selulosa pada campuran SMA.

2.7. Penelitian Terdahulu Tentang Serat Selulosa

Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001) telah meneliti campuran SMA + Serat Selulosa dibandingkan dengan campuran SMA + serat serabut kelapa. Hasil penelitian dari campuran SMA + serat selulosa dengan menggunakan uji Marshall adalah yang hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2.1. Hasil Test Marshall pada campuran SMA + serat Selulosa 0,3%

Kadar Aspal (%)	Kadar Serat (%)	Stabilitas (Kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)	Density (gr/cm ³)	VMA (%)
5,5	0,3	1373,22	4,42	71,82	2,29	604,70	2,35	15,69
6,0	0,3	1421,66	5,59	68,40	2,71	581,39	2,31	17,66
6,5	0,3	1556,58	4,26	75,11	3,81	320,15	2,33	17,44
7,0	0,3	1231,19	4,51	75,56	2,80	445,49	2,31	18,58
7,5	0,3	1400,41	1,46	91,38	2,64	555,51	2,37	16,92

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Ull

1. Stabilitas

Pengaruh penambahan serat selulosa pada campuran SMA terhadap stabilitas memiliki nilai maksimum sebesar 1556,56 kg pada kadar aspal 6,5% dan nilai minimum sebesar 1231,19 kg pada kadar aspal 7,0% dan semuanya memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga yaitu ≥ 750 Kg.

2. Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*flow*) yang terjadi pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2,0 – 4,0 mm dengan nilai *flow* maksimum sebesar 3,81 mm dan nilai minimum sebesar 2,29 mm.

3. *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient adalah hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow* yang digunakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa nilai *Marshall Quotient* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa tidak sesuai dengan spesifikasi Bina Marga yaitu 190 – 300 Kg/mm.

4. *Air Void* (VITM)

Air Void Void In Mix menunjukkan banyaknya rongga udara yang ada dalam campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa *Air Void* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa hanya pada kadar aspal 5,5%, 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 3,0% - 5,0% dengan nilai VITM maksimum sebesar 5,59% dan nilai VITM minimum sebesar 1,46%.

5. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Void Filled With Asphalt (VFWA) adalah banyaknya rongga yang dapat diisi oleh aspal. Nilai VFWA untuk campuran SMA tanpa serat selulosa hanya pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 75% - 85%. Nilai maksimum yang didapat sebesar 91,38% dan nilai minimum sebesar 68,40%.

6. Kepadatan (*Density*)

Dari hasil percobaan terlihat bahwa kepadatan dari campuran SMA dengan serat selulosa memiliki nilai kepadatan yang hampir sama/rapat. Dengan semakin tinggi nilai *Density* maka nilai stabilitasnya juga semakin tinggi.

7. *Void in The Mineral Aggregate* (VMA)

VMA adalah rongga yang terletak di dalam ruang antar agregat. Nilai VMA yang didapat dari hasil penelitian dari campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa memiliki nilai maksimum pada kadar aspal 7,0% sebesar 18,58% dan nilai minimum pada kadar aspal 5,5% sebesar 15,69%.

8. Dari hasil penelitian didapatkan kadar aspal optimum untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa sebesar 6,87 %.

Suryadi (1995) juga telah melakukan penelitian mengenai campuran SMA + Serat Selulosa dibandingkan dengan campuran SMA tanpa serat selulosa dengan menggunakan uji Marshall yang hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2.2. Hasil Test Marshall pada Campuran SMA + Serat Selulosa 0,3%

A.C (%)	Code	Stability (kg)	Flow (mm)	Air Void (%)	Bit. Film Thick.	Absorb Bit. (%)	Eff. A.C. (%)	Unit Weight (gr/cm ³)
6.2	6.2+CF1	1007	3.44	4.84	10.09	0.44	5.76	2.279
	6.2+CF2	992	3.40					
	6.2+CF3	1026	3.39					
	AVE	1008	3.41					
6.5	6.5+CF1	1060	3.71	4.15	10.65	0.44	6.06	2.286
	6.5+CF2	1026	3.62					
	6.5+CF3	1016	3.47					
	AVE	1034	3.60					
6.8	6.8+CF1	901	3.7	3.50	11.21	0.44	6.36	2.292
	6.8+CF2	877	3.6					
	6.8+CF3	911	4.1					
	AVE	896	3.8					

7.1	7.1+CF1	887	4.2	3.38	11.78	0.44	6.66	2.285
	7.1+CF2	901	4.9					
	7.1+CF3	901	4.7					
	AVE	896	4.6					

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 2.3. Hasil Test Marshall pada Campuran SMA Tanpa Serat Selulosa

A.C (%)	Code	Stability (kg)	Flow (mm)	Air Void (%)	Bit. Film Thick.	Absorb Bit. (%)	Eff. A.C. (%)	Unit Weight (gr/cm ³)
6.2	6.2+CF1	1390	5.1	4.59	10.09	0.44	58.76	2.285
	6.2+CF2	1007	4.5					
	6.2+CF3	1184	4.7					
	AVE	1194	4.8					
6.5	6.5+CF1	1107	4.8	3.69	10.65	0.44	6.06	2.297
	6.5+CF2	1122	4.9					
	6.5+CF3	1232	5.0					
	AVE	1154	4.9					
6.8	6.8+CF1	1246	6.1	3.24	11.21	0.44	6.36	2.298
	6.8+CF2	1266	5.2					
	6.8+CF3	1276	5.6					
	AVE	1262	5.6					
7.1	7.1+CF1	1051	5.5	3.30	11.78	0.44	6.66	2.287
	7.1+CF2	1107	6.3					
	7.1+CF3	1050	5.8					
	AVE	1069	5.87					

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

1. Stabilitas

Pengaruh penambahan serat selulosa pada campuran SMA terhadap stabilitas ternyata hasilnya lebih rendah dibandingkan campuran SMA tanpa serat selulosa, tapi kedua campuran tersebut memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu ≥ 750 kg.

2. Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*flow*) yang terjadi pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2,0 – 4,0 mm. Sedangkan campuran tanpa serat selulosa ternyata kelelahan yang terjadi lebih besar dari

spesifikasi Bina Marga. Jadi bisa disimpulkan bahwa campuran dengan bahan tambah serat selulosa lebih stabil daripada campuran tanpa serat selulosa.

3. *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient adalah hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow* yang digunakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa nilai *Marshall Quotient* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa lebih stabil atau sesuai dengan spesifikasi yaitu 1,9 – 3,0 kN/mm. Sedangkan campuran yang tanpa serat tidak memenuhi spesifikasi dari Bina Marga.

4. *Air Void* (VITM)

Air Void Void In Mix menunjukkan banyaknya rongga udara yang ada dalam campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa *Air Void* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa maupun tanpa serat selulosa memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 3,0% - 5,0%. Tetapi *Air Void* pada campuran SMA dengan serat selulosa lebih besar dibanding dengan pada campuran SMA tanpa serat selulosa. Hal ini memungkinkan pemakaian kadar aspal lebih tinggi sehingga bisa menambah durabilitas perkerasan.

5. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Void Filled With Asphalt (VFWA) adalah banyaknya rongga yang dapat diisi oleh aspal. Nilai VFWA untuk campuran SMA tanpa serat selulosa ternyata lebih besar dibanding dengan campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa tetapi keduanya masih sesuai dengan spesifikasi Bina Marga yaitu 75% - 85%.

6. Kepadatan (*Density*)

Dari hasil percobaan terlihat bahwa kepadatan dari campuran SMA tanpa serat selulosa ternyata lebih tinggi dibanding dengan campuran SMA dengan serat selulosa. Dengan semakin tinggi nilai *Density* maka nilai stabilitasnya juga semakin tinggi.

7. Dari hasil penelitian didapatkan kadar aspal optimum untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa sebesar 6,6%, sedangkan untuk campuran SMA tanpa serat selulosa ternyata kadar aspal optimumnya tidak bisa ditentukan karena berdasarkan hasil test Marshall parameter kelelahan (*flow*) tidak sesuai dengan spesifikasi Bina Marga sehingga tidak bisa dibuat grafik kadar aspal optimumnya.

