

JURNAL
Rekayasa dan Manajemen Transportasi
Journal of Transportation Management and Engineering

**KINERJA CAMPURAN *SPLIT MASTIC ASPHALT (SMA)* YANG MENGGUNAKAN
SERAT SELULOSA ALAMI DEDAK PADI**

Anas Tahir*

*) Staf Pengajar pada KDK Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu

Abstract

Split Mastic Asphalt (SMA) is one of the hot mix asphalt concretes use with open graded and it has high coarse aggregate content (70% - 80%) and a high asphalt content. Since the content of the high asphalt needs requires additional material such as cellulose fiber to stabilize the asphalt. Through with this study, the another try to use rice bran as the additional material. In addition, rice bran is a natural cellulose fiber which comes from the rice milling proces. It was relatifevely cheaper than the cellulose fibers synthesis.

The results showed that the use of rice bran affects the characteristics of the mixture Split Mastics Asphalt (SMA). The stability of the mixture by using cellulose (rice bran) as an additive in a mixture of Split Mastics Asphalt (SMA) generally meet the specifications, except the asphalt content of 7.5% - 8% with rice bran content of 8% - 9%.

Value of Flexibility in the mixture showed a tendency to decrease. On the asphalt content of 5.5% shows the highest flexibility and does not meet specifications unless the content of rice bran 8% - 9%. that gives a good mix of performance on asphalt content. The value of flexibility that gives a good mix of performance on asphalt content of 6.5% - 7.5% with bran content of 6% - 8%.

Keyword: *Split Mastic Asphalt (SMA), natural cellulose, rice bran, asphalt content*

1. PENDAHULUAN

Lapisan perkerasan jalan merupakan bagian penting dari struktur konstruksi jalan dalam mendukung beban lalu lintas kendaraan. Banyak jalan-jalan yang mengalami kerusakan sebelum umur layanannya berakhir. Penelitian-penelitian terus dikembangkan untuk meningkatkan kinerja beton aspal dan mengantisipasi kerusakan jalan sebelum waktunya seperti terjadinya retak, alur (bekas roda kendaraan) dan bleeding. Salah satu campuran beton aspal yang sudah banyak digunakan dan dikembangkan adalah campuran Split Mastik Aspal (SMA).

Split Mastic Asphalt (SMA) merupakan suatu campuran beton aspal panas yang bergradasi terbuka dengan kandungan agregat kasar yang cukup tinggi dan juga memiliki kandungan aspal yang relatif tinggi yang ditambahkan bahan

aditif yang berfungsi untuk menstabilkan kadar aspal yang tinggi.

Salah satu alternatif bahan aditif yang dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk campuran beton aspal yaitu serat selolusa. Dedak padi adalah salah satu contoh serat selulosa alami yang biasa dikenal dengan nama *cellulosa rice fiber*, yang saat ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pakan. Untuk meningkatkan kegunaan dedak padi, maka dicoba digunakan dalam penelitian ini dengan alasan bahwa dedek padi merupakan salah satu serat (fiber) alami dan mudah ditemukan serta murah.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui kinerja campuran Split Mastic Asphalt (SMA) dengan menggunakan aditif selulosa (dedak padi) dan menentukan kadar aspal yang memberikan kinerja Split Mastic Asphalt yang optimum.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Split Mastic Asphalt (SMA)

Split Mastic Asphalt (SMA) adalah campuran agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi, aspal dan bahan tambah, atau merupakan campuran beton aspal panas bergradasi terbuka yang terdiri dari campuran split, mastik aspal, serta bahan tambah.

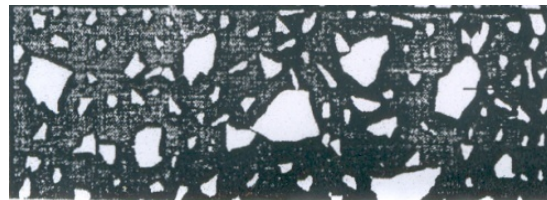
Split terdiri dari agregat kasar dengan jumlah fraksi yang tinggi, untuk mastik aspal terdiri dari campuran agregat halus, filler dan aspal dengan kadar yang relatif tinggi. Sedangkan untuk bahan tambahannya digunakan serat selulosa, yang berfungsi untuk menstabilkan aspal, serta menghasilkan mutu campuran beton aspal yang lebih tahan terhadap oksidasi, retak, *bleeding* yang disebabkan muatan lebih dan keausan akibat roda kendaraan. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas yang berat. Ada 3 jenis SMA yaitu :

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

Penggunaan agregat kasar dengan jumlah fraksi yang tinggi mengakibatkan agregat saling mengunci (*interlocking*) sehingga menghasilkan campuran aspal yang tahan terhadap *rutting*. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa campuran Split Mastik Aspal (SMA) terisi oleh agregat kasar yang saling mengunci (*interlocking*) sedangkan pada *Hot Mix Asphalt (HMA)* agregat terlihat seperti mengapung di dalam campuran. Oleh karena itu campuran *Split Mastic Asphalt (SMA)* dengan kandungan agregat kasar dapat memberikan ketahanan terhadap alur atau *rutting* dibanding dengan campuran *Hot Mix Asphalt (HMA)*. (Freddy L Robets, 1996).



(a) Split Mastic Asphalt (SMA)



(b) Hot Mix Asphalt (HMA) Konvensional

Gambar 1. Perbandingan Campuran SMA dan HMA

Sumber : Freddy L Robets, 1996

2.2 Material Penyusun dan Karakteristik Split Mastik Aspal (SMA)

Split Mastic Asphalt (SMA) terdiri dari beberapa material yang bercampur menjadi satu. Oleh karena itu material penyusun Split Mastik Aspal (SMA) adalah material yang berkualitas baik atau merupakan hasil produksi *Stone Crusher*. (Freddy L Roberts 1996). Adapun material penyusun dari pada Split Mastik Aspal (SMA) adalah:

a. Aspal

Pada campuran Split Mastic Asphalt (SMA), aspal berfungsi sebagai bahan pengikat yang mengikat agregat satu dengan agregat yang lain, sehingga agregat satu dengan yang lain dapat saling mengunci (tidak dapat terpisah).

b. Agregat

Agregat merupakan material yang memiliki porsi paling besar yang digunakan dalam campuran Split Mastik Aspal (SMA). Kandungan agregat pada campuran Split Mastik Aspal (SMA) terdiri dari agregat kasar (75 – 80 %) dan agregat halus ± 14 % dari komposisi total campuran.

c. Bahan pengisi

Bahan Pengisi (filler) digunakan dalam campuran Split Mastic Asphalt (SMA)

dengan tujuan untuk mengisi rongga-rongga udara yang terdapat dalam campuran beton aspal. Kandungan filler pada campuran Split Mastic Asphalt (SMA) $\pm 10\%$ dari komposisi campuran.

d. Bahan tambah (Serat Selulosa)

Kandungan aspal yang tinggi memerlukan suatu stabilisasi dengan bahan tambah. Bahan tambah yang biasanya digunakan dalam campuran Split Mastic Asphalt (SMA) umumnya menggunakan serat selulosa sintesis. Bahan tambah tersebut berfungsi untuk menstabilkan aspal serta meningkatkan durabilitas campuran beton aspal.

Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Mampu melayani lalu lintas berat
- b. Tahan terhadap oksidasi
- c. Tahan terhadap deformasi pada temperatur tinggi
- d. Fleksibel.
- e. Tahan terhadap panas atau temperatur tinggi.
- f. Kedap air
- g. Aman untuk lalu lintas karena kekesatan (*skid resistance*) baik.

2.3 Gradasi dan Spesifikasi Campuran *Split Mastic Asphalt*

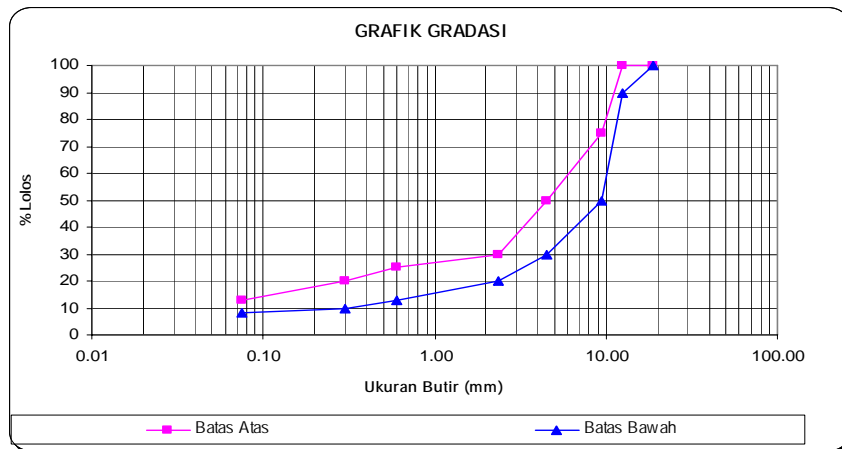
Gradasi adalah susunan ukuran butiran agregat sesuai ukurannya. Gradasi

atau distribusi partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempunyai pengaruh pada rongga antar butiran yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Split Mastic Asphalt (SMA) adalah campuran beton aspal yang bergradasi terbuka. Gradasi terbuka (*Open Graded*) adalah gradasi agregat di mana ukuran agregat yang ada tidak menerus atau ada fraksi agregat yang tidak ada, dan jika ada jumlahnya sedikit sekali. Oleh sebab itu gradasi ini disebut juga gradasi senjang.

Tabel 1. Spesifikasi Gradasi Agregat Pada Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11

UKURAN SARINGAN (mm)	LOLOS SARINGAN (%)	IDEAL (%)
19	100	100
12,7	90 – 100	95
9,5	50 – 75	62,5
4,75	30 – 50	40
2,36	20 – 30	25
0,60	13 – 25	19
0,30	10 – 20	15
0,075	8 - 13	10,5



Gambar 2. Grafik Gradasi Campuran Split Mastic Asphalt (SMA)

Tabel 2. Spesifikasi Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11

NO	SMA	PERSYARATAN 0/11
1	Agregat	
	< 0,09 mm(%berat)	8-13
	>2,00 mm (%berat)	70-80
	>5,00 mm(%berat)	50-70
	>8,00 mm(%berat)	>25
	>11,20mm(%berat)	<10
2	Aspal	AC 60/70 atau
	a. Jenis	80/100
	b. Kadar (%berat)	6-7,5
3.	Additive	Serat selulosa
	a. Jenis	
	b. Kadar (Bahan Sintetis)	0,3%
4.	Kriteria desain Marshall	
	a. Pemadatan	2 x 75
	b. Stabilitas min (kg)	750
	c. VFB (% volume)	76-82
	d. VIM (% volume)	3-5
	e. Kelelehan/Flow (mm)	2-4
	f. Marshal Quotien (kg/mm)	190-300
5	Lapisan Aspal	
	a. Tebal, cm	3-5
	b. Derajat Kepadatan (%)	>97

Sumber : Tinjauan terhadap Spesifikasi Teknis Lapis Permukaan Split Mastik Aspal dengan bahan Tambah Serat Selulosa pada Heavy Loaded Road Improvement dan Usulan Prosedur Pelaksanaan

Tabel 3. Karakteristik Dari Material Serat

JENIS SERAT	DIAMETER (micron)	PANJANG mm	BERAT JENIS
Chrysolite	0,1 – 1	0,5 – 1,0	2,7
Rock Wool	3 – 7	0,2 – 0,8	2,7
Glass Wool	5 – 6	0,2 – 1,0	2,5
Cellulose	20 – 40	0,9 – 1,5	0,9

Sumber : *Asphalt Surfacing, 1998*

Campuran untuk *Split Mastic Asphalt* (SMA) pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal. Masing – masing fraksi agregat terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang menghasilkan agregat campuran yang memenuhi spesifikasi gradasi.

2.4 Selulosa (Dedak Padi)

Selulosa merupakan jenis fiber organik disamping itu terdapat juga fiber anorganik seperti asbes, dan gelas. Selulosa adalah serat yang berbentuk pita (*ribbon type*) dan penampangnya datar. Pada bagian seratnya mudah patah dan sobek yang dapat menambah luas permukaan yang membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak dalam campuran, sehingga kadar

aspal yang dipakai dapat efektif mengikat dan menyelimuti agregat serta memberikan lapisan film aspal yang cukup tebal, yang bisa memperlambat oksidasi dan masuknya air, yang pada akhirnya dapat memperpanjang keawetan jalan tersebut. Selain sifat di atas, serat selulosa yang mempunyai bentuk fisik panjang dan tipis juga mampu memberikan daya absorpsi yang baik. Bentuk serat selulosa yang dapat dipakai antara lain serat yang memanjang dan langsing, dimana dengan bentuk yang seperti ini mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi aspal lebih besar. (*Lismanto 1993*).

Jenis fiber yang sering digunakan pada campuran Split Mastik Aspal (SMA) adalah selulosa yang merupakan fiber organik, karakteristik dan jenis – jenis fiber dapat dilihat pada Tabel 3.

Serat selulosa sebagai bahan aditif pada konstruksi perkerasan berguna untuk mengurangi sifat yang merugikan dari aspal akibat kenaikan suhu. Selain itu selulosa akan memperbaiki campuran aspal karena mencegah terjadinya retak, mencegah terjadinya pemisahan/meningkatkan homogenitas *density*, mencegah *bleeding*, mencegah flow yang tinggi dan pengaliran aspal dari campuran.

Dedak padi merupakan hasil ikutan dari proses penggilingan padi. Dedak tersusun dari tiga bagian yang masing-masing berbeda kandungan zatnya. Ketiga bagian tersebut adalah (Sumber: Manglayang Farm Online "Terminologi : Bahan Pakan dari Hasil Ikutan Industri Pangan" April 2006):

- a. Kulit gabah yang banyak mengandung serat kasar dan mineral.
- b. Selaput perak yang kaya akan protein dan vitamin B1, juga lemak dan mineral.
- c. Lembaga beras yang sebagian besar terdiri dari karbohidrat yang mudah dicerna.

2.5 Kajian Penelitian Sebelumnya

Dina Pasa Lolo dan Alius Tandetasik, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar (2007), melakukan penelitian untuk

mengetahui pengaruh penggunaan dedak padi sebagai bahan tambah aspal terhadap karakteristik campuran Split Mastik Aspal (SMA), dengan melakukan 5 variasi kadar dedak yaitu 0 %, 5 %, 6 %, 7 %, dan 8 % terhadap kadar aspal 7,5 %. Agregat yang digunakan diperoleh dari Bili-Bili yang telah melalui proses pemecahan batu, Filler semen yang digunakan merupakan hasil produksi dari PT.Semen Tonasa Pangkep, dan serat selulosa (dedak Padi) diperoleh dari pasar Daya, Makassar. Dari hasil penelitiannya ia berkesimpulan bahwa dedak padi dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran Split Mastik Aspal (SMA) karena dedak padi mempunyai kandungan selulosa alami, sehingga dapat menggantikan fungsi dari selulosa sintesis yang sering digunakan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan lokasi penelitian

Penelitian ini adalah berupa penelitian eksperimental yaitu penelitian dengan melakukan percobaan-percobaan di Laboratorium, berdasarkan kaidah-kaidah ilmiah dengan prosedur yang sistematis melalui pembuktian yang ilmiah. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

3.2 Kerangka penelitian

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian seperti pada Gambar 3.

3.3 Perencanaan campuran (*mix design*)

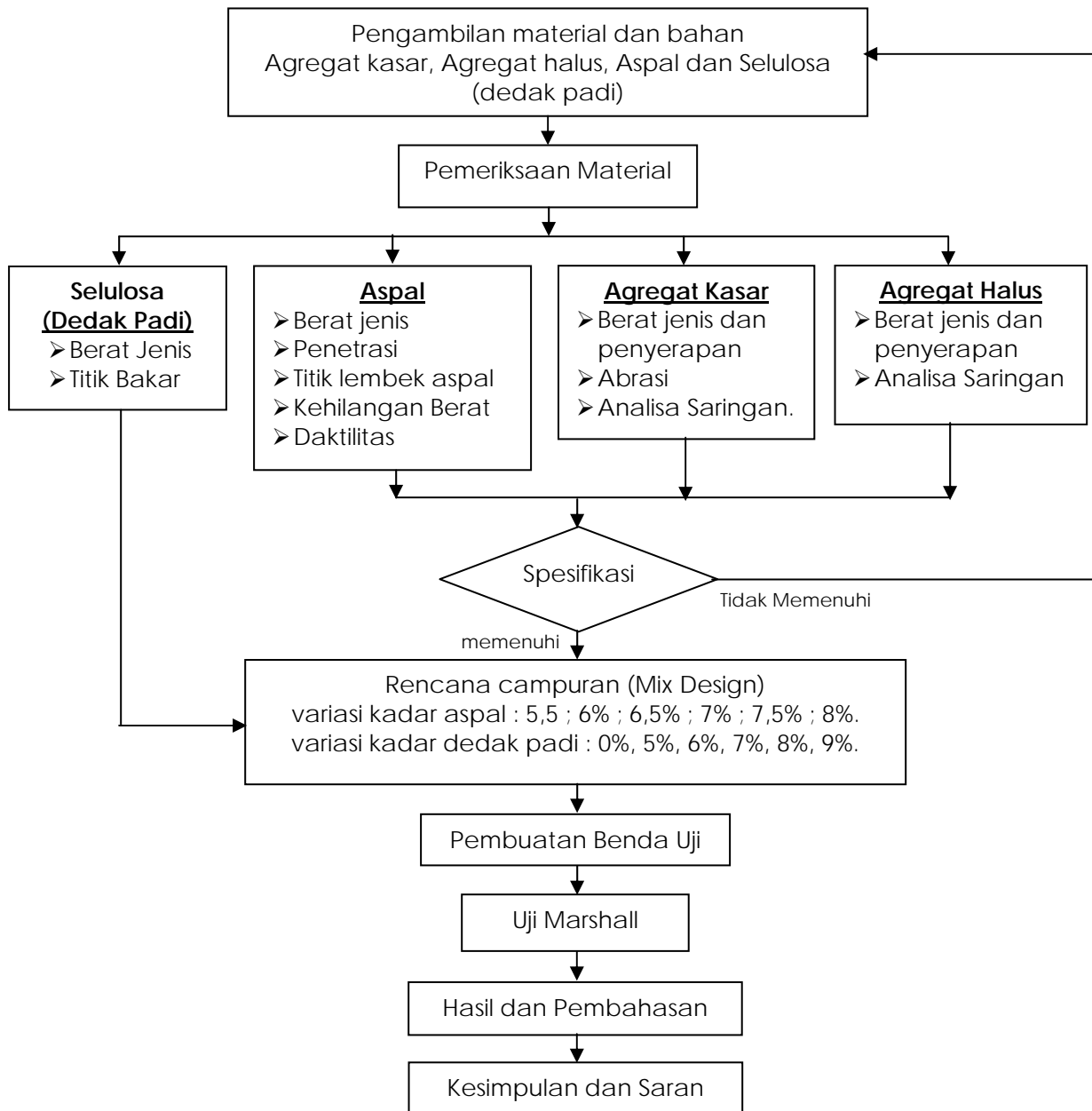
Penentuan komposisi agregat kasar, agregat halus maupun *filler* dalam campuran bertujuan untuk menghasilkan komposisi campuran yang baik dan memenuhi spesifikasi gradasi yang ditentukan sehingga komposisi agregat dalam campuran tersebut dapat menghasilkan ikatan antar butir yang baik dan sifat saling mengunci (*interlocking*) yang kuat antar agregat. Sebelum dilakukan pencampuran terlebih dahulu ditentukan

gradasinya. Metode penentuan gradasi campuran yang digunakan adalah metode gradasi *by sieve* (berdasarkan ukuran saringan atau penimbangan).

Perencanaan campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) yang digunakan adalah berdasarkan metode Marshall. Metode ini dapat ditentukan jumlah pemakaian aspal yang tepat sehingga

dapat menghasilkan komposisi campuran yang baik antara agregat dan aspal sesuai persyaratan teknis perkerasan jalan yang ditentukan.

Jumlah sample yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti terlihat pada Tabel 4.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Tabel 4. Matriks Benda Uji

VARIASI KADAR ASPAL	JUMLAH BENDA UJI						TOTAL
	VARIASI KADAR DEDAK PADI						
	0 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	
5.5 %	3	3	3	3	3	3	18
6 %	3	3	3	3	3	3	18
6,5 %	3	3	3	3	3	3	18
7 %	3	3	3	3	3	3	18
7,5 %	3	3	3	3	3	3	18
8 %	3	3	3	3	3	3	18
TOTAL BENDA UJI							108

Tabel 5. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

NO.	PENGUJIAN	HASIL PENGUJIAN	SPEKIFIKASI	SATUAN
1.	Penetrasi, 25°C;100gr, 5 dtk : 0,1 mm	62,7	60 - 79	mm
2.	Berat Jenis	1,032	Min. 1	-
3	Titik Nyala	335		°C
4	Titik Bakar	380	Min 200	°C
3.	Titik Lembek	48	48 - 58	°C
4.	Daktilitas 25°C	154,5	Min. 100	cm
5.	Kehilangan Berat	0,437	Maks. 0,8	% Berat

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

NO.	PENGUJIAN	HASIL PENGUJIAN	SPEKIFIKASI	SATUAN
1.	Abrasi	30,77	Makx. 40	%
	a. Berat Jenis Bulk	2.674	Min. 2.5	%
2.	b. Berat Jenis SSD	2.688	Min. 2.5	%
	c. Berat Jenis Apprent	2.713	Min. 2.5	%

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Aspal dan Pengujian Agregat

Hasil pengujian karakteristik aspal yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk hasil pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

4.2 Hasil pengujian *Mastic Asphalt*

Pengujian mastik Aspal dilakukan untuk mengetahui karakteristik mastik yang di tambahkan dengan selulosa (dedak padi), namun belum ada spesifikasi mastik yang ditambahkan selulosa.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

NO.	PENGUJIAN	HASIL PENGUJIAN	SPESIFIKASI	SATUAN
1.	a. Berat Jenis Bulk	2.665	Min 2.5	%
	b. Berat Jenis SSD	2.686	Min. 2.5	%
	c. Berat Jenis Apparent	2.722	Min. 2.5	%
2.	- Penyerapan Agregat	0.787	Maks. 3	%

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Mastik dengan Bahan Tambah Dedak Padi

NO.	PENGUJIAN	HASIL PENELITIAN					SATUAN
		KADAR DEDAK PADI (%)					
		5	6	7	8	9	
1.	Penetrasi (25° ; 100gr ; 5 dtk)	63.3	65.4	71.2	76.9	80.7	mm
2.	Berat Jenis	1.059	1.058	1.057	1.051	1.050	-
3.	Titik Lembek	46.1	46.05	45.7	45.1	44.1	°C
4.	Daktilitas	57.5	34.75	34	33.25	27.25	cm
5.	Kehilangan Berat	0.219	0.210	0.195	0.188	0.180	%

Tabel 9. Hasil Pengujian Campuran Tanpa Bahan Tambah Dedak Padi (Selulosa)

KARAKTERISTIK CAMPURAN	SATUAN	KADAR ASPAL (%)						SPESIFIKASI
		5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	
Kepadatan	gr/cm ³	2.370	2.370	2.370	2.360	2.350	2.340	-
VIM	%	4.890	4.090	3.340	3.190	2.740	2.410	3 - 5
VMA	%	16.16	16.53	16.93	17.86	18.52	19.27	-
VFB	%	69.84	75.32	80.34	82.14	85.24	87.48	76 - 82
Stabilitas	kg	1070.53	1012.84	943.36	805.06	797.05	751.09	Min. 750
Flow	Mm	2.77	2.90	3.19	3.67	3.82	4.22	2 - 4
MQ	Kg/mm	388.93	354.13	299.24	219.74	209.36	178.33	190 - 300

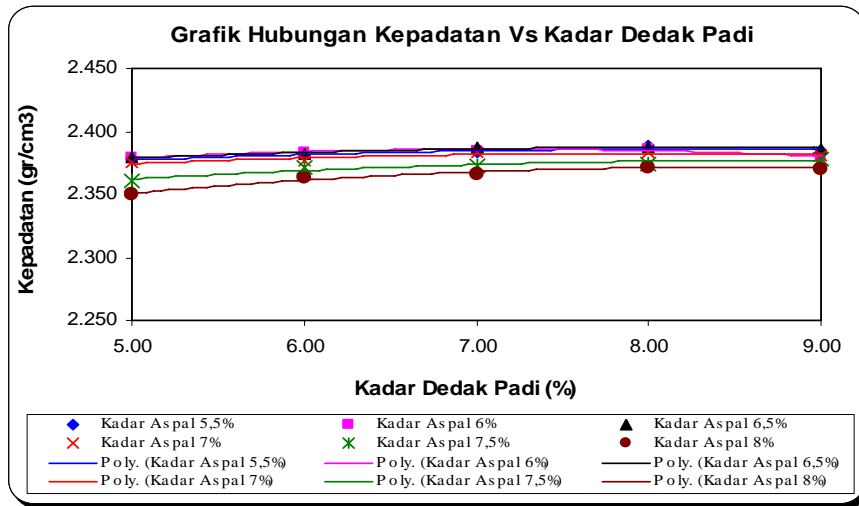
Tabel 10. Nilai Kepadatan Campuran pada Beberapa Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI KEPADATAN (gr/cm ³)					
	VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	2.369	2.378	2.380	2.383	2.389	2.385
6.0	2.371	2.379	2.383	2.385	2.386	2.380
6.5	2.372	2.377	2.382	2.387	2.388	2.386
7.0	2.358	2.375	2.377	2.383	2.383	2.381
7.5	2.352	2.361	2.372	2.373	2.375	2.378
8.0	2.343	2.350	2.364	2.366	2.372	2.371

4.3 Hasil Marshall Test Tanpa Bahan Tambah Dedak Padi (Selulosa)

Hasil pemeriksaan benda uji/campuran tanpa bahan tambah dedak

padi (serat selulosa) dengan pengujian Marshall dapat dilihat pada Tabel 9.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kepadatan dengan Kadar Dedak Padi

Tabel 11. Nilai VIM pada Beberapa Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI VIM (%)					
	VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	4.887	5.281	5.074	4.920	3.766	3.344
6.0	4.092	4.534	4.277	4.157	3.160	2.868
6.5	3.337	3.945	3.646	3.401	2.407	1.901
7.0	3.194	3.329	3.150	2.875	1.916	1.417
7.5	2.744	3.256	2.679	2.589	1.577	0.854
8.0	2.415	2.999	2.323	2.207	0.996	0.488

4.4 Hubungan Kadar Selulosa (Dedak Padi) dengan Karakteristik Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA)

a. Kepadatan

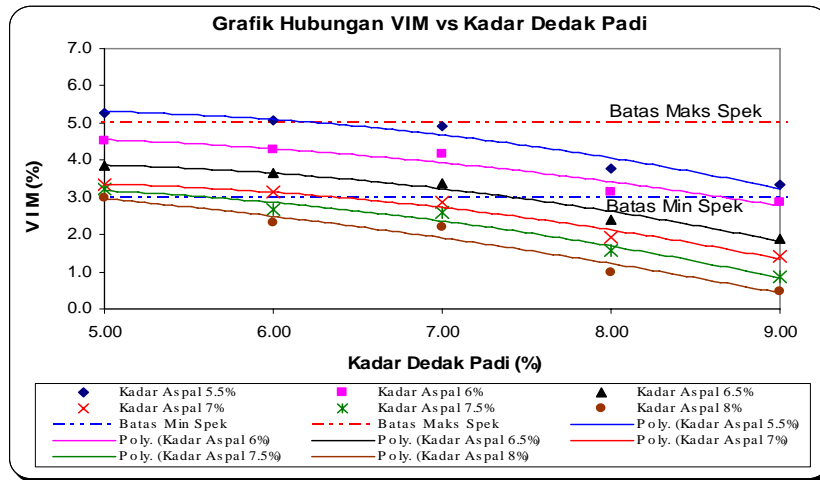
Kepadatan merupakan perbandingan antara berat campuran yang sudah dipadatkan dengan isi campuran dalam kondisi padat dan dinyatakan dalam satuan gram/cm³. Hasil pengujian campuran pada beberapa variasi dedak padi dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 4.

b. Void In Mixture (VIM)

Void In Mixture (VIM) merupakan persentase rongga udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah dilakukan pemadatan. Bila nilai VIM semakin tinggi menunjukkan semakin besarnya rongga udara dalam

campuran, sehingga campuran akan bersifat porous. Nilai VIM menjadi indikator durabilitas atau memberi pengaruh terhadap keawetan dari campuran beton aspal. Besar dan kecilnya nilai VIM sangat dipengaruhi oleh distribusi dan gradasi agregat yang akan membuat campuran lebih padat. Dari hasil pengujian diperoleh hubungan antara nilai VIM dan kadar dedak padi seperti terlihat pada Tabel 11 dan Gambar 5.

Tabel 11 menunjukkan bahwa penambahan variasi kadar dedak padi ke dalam aspal cenderung menyebabkan nilai VIM menurun, yang berarti rongga dalam campuran semakin kecil. Kadar dedak padi 5%, 6% dan 7% cenderung nilai VIM memenuhi spesifikasi jika dibanding dengan kadar dedak padi 8% dan 9%.

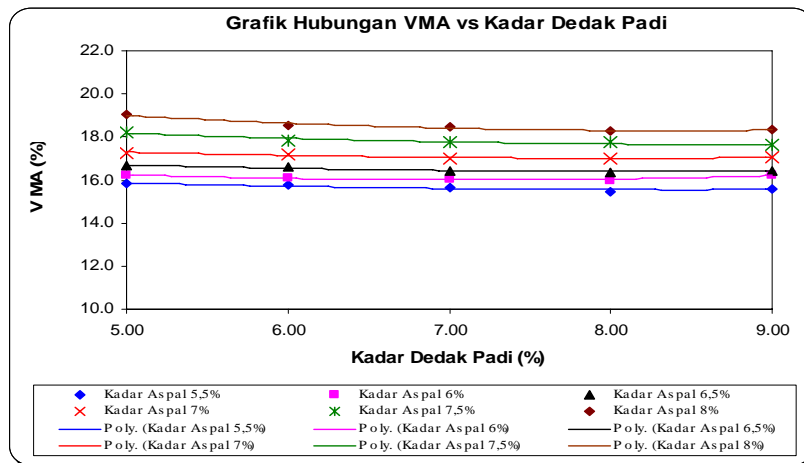


Gambar 5. Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Dedak Padi

Tabel 12. Nilai VMA pada Beberapa Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI VMA (%)					
	VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	16.157	15.840	15.757	15.643	15.462	15.599
6.0	16.528	16.232	16.108	16.025	15.985	16.230
6.5	16.935	16.762	16.604	16.415	16.380	16.438
7.0	17.862	17.268	17.216	17.003	16.999	17.059
7.5	18.520	18.215	17.844	17.791	17.739	17.609
8.0	19.272	19.028	18.563	18.489	18.274	18.320

Sumber: Hasil Olahan Data Tahun 2009



Gambar 6. Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Dedak Padi

Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya kadar dedak padi dan kadar aspal maka fungsi aspal yang sudah diberi bahan tambah akan banyak

mengisi rongga diantara partikel agregat, sehingga rongga yang tidak terisi aspal diantara partikel agregat (VIM) berkurang.

c. *Void in Mineral Agregat (VMA)*

Void in Mineral Agregat (VMA) merupakan persentase rongga yang ada diantara butir agregat dalam campuran beton aspal yang telah dipadatkan termasuk ruang terisi aspal dan dinyatakan dalam (%) terhadap volume campuran beton aspal. Faktor yang mempengaruhi VMA antara lain adalah gradasi agregat (komposisi campuran agregat dan ukuran diameter butir terbesar), energi pemadatan, kadar aspal, pemanasan aspal dan bentuk butir.

Tabel 12 dan Gambar 6, menunjukkan bahwa nilai VMA terhadap variasi dedak padi pada tiap kadar aspal. Dari gambar 6 diketahui nilai VMA cenderung semakin menurun dengan

pertambahan kadar dedak padi, Hal ini disebabkan karena penambahan kadar dedak padi membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran semakin sedikit.

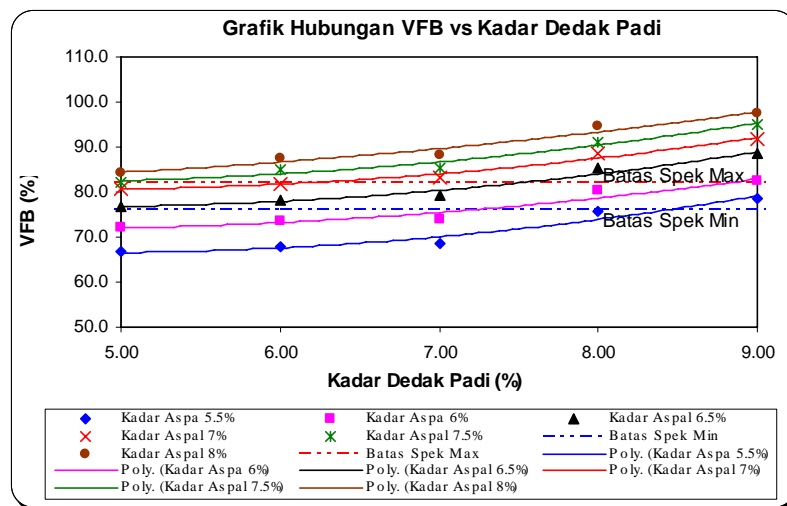
d. *Void Filled with Bitumen (VFB)*

Void Filled with Bitumen (VFB) adalah rongga yang terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang dinyatakan dalam persen terhadap rongga antar butir agregat (VMA). Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi VFB antara lain kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadatan dan pemanasan aspal.

Tabel 13. Nilai VFB pada Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI VFB (%)					
	VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	69.838	66.685	67.813	68.585	75.681	78.577
6.0	75.323	72.093	73.455	74.095	80.234	82.341
6.5	80.342	76.495	78.048	79.296	85.308	88.452
7.0	82.135	80.742	81.841	83.103	88.727	91.693
7.5	85.245	82.268	84.997	85.459	91.141	95.156
8.0	87.484	84.242	87.490	88.104	94.569	97.420

Sumber: Hasil Olahan Data Tahun 2009

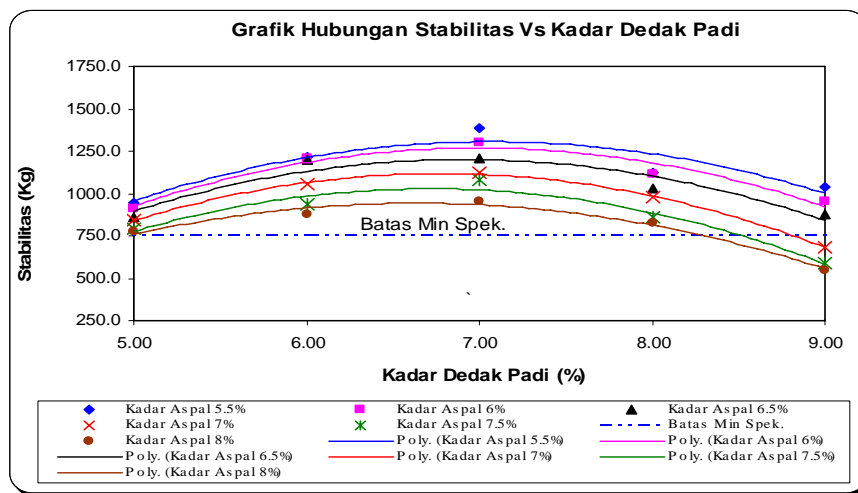


Gambar 7. Grafik Hubungan VFB dengan Kadar Dedak Padi

Tabel 14. Nilai Stabilitas pada Beberapa Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI STABILITAS (kg)					
	VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	1070.530	942.712	1214.135	1387.971	1123.099	1042.209
6.0	1012.844	907.006	1207.435	1301.855	1112.987	950.234
6.5	943.364	862.793	1195.515	1203.398	1033.721	875.841
7.0	805.056	842.161	1058.852	1121.468	978.767	682.080
7.5	797.054	790.377	937.492	1076.453	859.205	588.145
8.0	751.091	772.436	877.584	955.036	822.630	547.533

Sumber: Hasil Olahan Data Tahun 2009



Gambar 8. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Dedak Padi

Gambar 7 dan Tabel 13 menunjukkan bahwa semakin bertambah variasi kadar dedak padi yang digunakan, cenderung menyebabkan nilai VFB semakin meningkat. Prosentase rongga udara yang terisi aspal pada campuran memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan yaitu pada kadar dedak padi 5%, 6% dan 7% terhadap kadar aspal 6,5% dan pada kadar dedak padi 8% dan 9% terhadap kadar aspal 6% dengan prosentase kenaikan tertinggi yang memenuhi spesifikasi yaitu 80,234%. Hal ini disebabkan karena kadar dedak padi yang ada menyerap aspal dan mengisi rongga lebih banyak.

e. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu

lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun mengalami *bleeding*. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh kohesi aspal, kadar aspal, gesekan (*internal friction*), sifat saling mengunci (*interlocking*) dari partikel - partikel agregat, bentuk dan tekstur permukaan serta gradasi agregat.

Gambar 8 dan Tabel 14 menunjukkan bahwa nilai stabilitas yang diperoleh cenderung mengalami kenaikan sampai pada batas optimum kemudian mengalami penurunan, untuk variasi kadar dedak padi 5% sampai dengan 9% nilai stabilitasnya cenderung memenuhi spesifikasi untuk semua kadar aspal. Kenaikan nilai stabilitas disebabkan karena adanya sifat saling mengunci antara agregat dan aspal (*interlocking*).

Namun dapat dilihat khususnya untuk penambahan kadar 8% dan 9% menyebabkan nilai stabilitas menurun, hal ini dikarenakan penambahan kadar dedak padi yang terlalu tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya *bleeding*, dan mengurangi kohesi antara aspal dan agregat. Penambahan kadar dedak padi yang terlalu tinggi akan membuat campuran cenderung tidak stabil dan rentan terhadap deformasi plastis.

f. Kelelahan (*flow*)

Kelelahan atau *flow* adalah besarnya deformasi vertikal dari campuran beton aspal yang terjadi mulai dari awal pembebanan sampai kondisi kestabilan

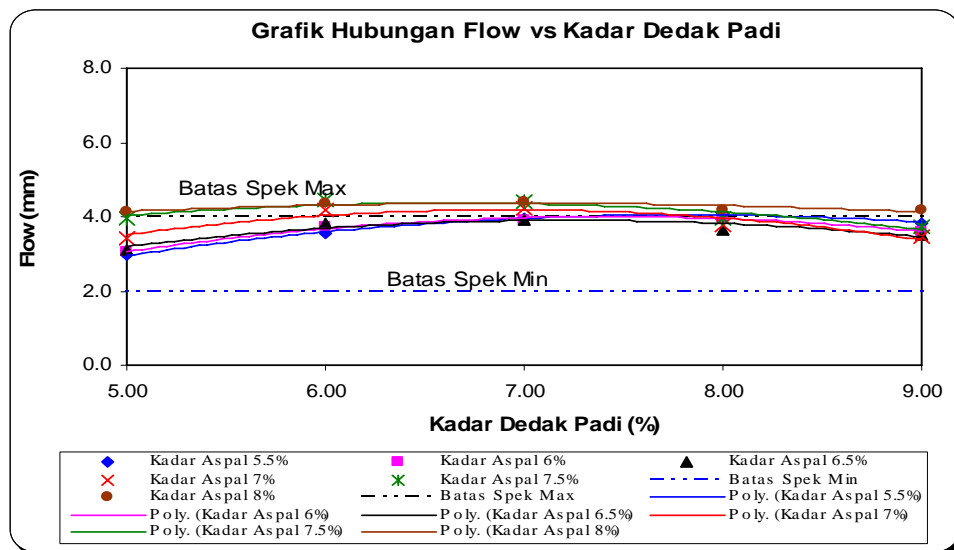
menurun akibat menerima beban yang bekerja pada perkerasan. Kelelahan merupakan implementasi dari sifat fleksibilitas campuran yang dihasilkan. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, distribusi agregat dan temperatur pemadatan.

Gambar 9 dan Tabel 15 menunjukkan bahwa nilai *flow* yang diperoleh cenderung mengalami kenaikan sampai pada batas optimum kemudian mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar dedak padi dan kadar aspal menyebabkan peningkatan nilai penetrasi yang menyebabkan campuran cenderung menjadi lebih fleksibel terhadap pembebanan lalu lintas.

Tabel 15. Nilai Flow dengan Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI KELELEHAN (mm)					
	VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	2.770	2.973	3.550	3.933	4.110	3.820
6.0	2.903	3.040	3.720	3.917	3.977	3.597
6.5	3.190	3.123	3.823	3.913	3.657	3.527
7.0	3.667	3.437	4.160	4.243	3.760	3.467
7.5	3.823	3.960	4.433	4.383	3.967	3.723
8.0	4.219	4.113	4.347	4.417	4.193	4.167

Sumber: Hasil Olahan Data Tahun 2009

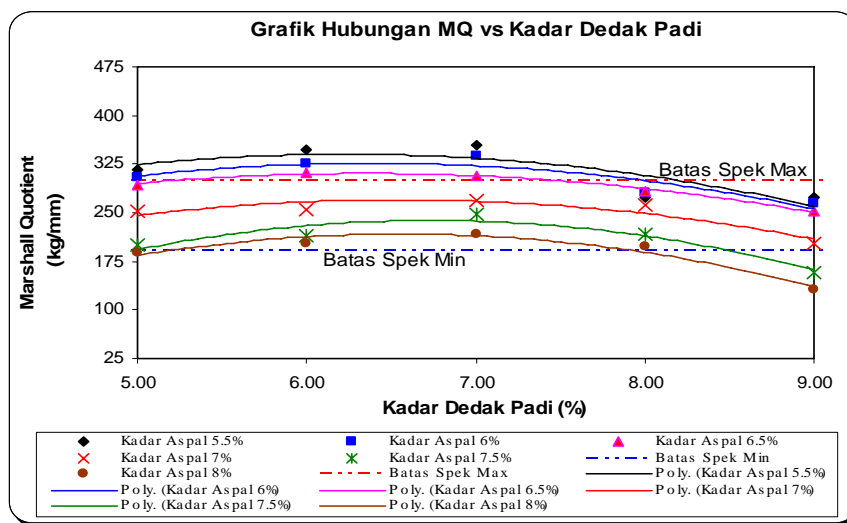


Gambar 9. Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Dedak Padi

Tabel 16. Nilai Marshall Quotient pada Beberapa Variasi Kadar Dedak Padi

KADAR ASPAL (%)	NILAI MARSHALL QUOTIENT, MQ (kg/mm) VARIASI KADAR DEDAK PADI (%)					
	0.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.5	388.933	317.248	347.763	353.130	274.317	273.571
6.0	354.128	303.972	325.566	336.566	279.825	263.576
6.5	299.243	293.651	312.399	307.695	283.433	252.260
7.0	219.740	252.010	254.261	267.899	261.331	202.804
7.5	209.360	199.486	213.565	247.054	217.321	158.006
8.0	178.334	189.187	202.110	216.294	196.977	131.652

Sumber: Hasil Olahan Data Tahun 2009



Gambar 10. Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Dedak Padi

g. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) adalah hasil bagi antara Stabilitas dengan Flow. Nilai MQ menunjukkan fleksibilitas campuran yaitu semakin besar nilai MQ pada suatu campuran maka akan semakin kaku (bila terlalu kaku cenderung mudah retak) campuran tersebut, demikian juga bila semakin kecil nilai MQ maka tingkat kelenturan dan plastisitas (terlalu lentur cenderung kurang stabil) campuran akan semakin besar untuk terjadi deformasi plastis.

Dari Gambar 10 dan Tabel 16 terlihat, Nilai MQ yang diperoleh dari masing – masing variasi kadar dapat dilihat pada gambar 7, menunjukkan bahwa nilai MQ cenderung akan semakin kecil seiring dengan

bertambahnya kadar dedak padi. Pada kadar dedak padi 5% sampai dengan 8% terhadap kadar aspal 7% - 8% cenderung memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar dedak padi dapat menyebabkan tingkat kelenturan dan plastisitas campuran akan semakin besar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pemeriksaan dan analisis karakteristik campuran Split Mastik Aspal (SMA) dengan menggunakan bahan tambah selulosa (dedak padi) menunjukkan adanya peningkatan kinerja campuran beton aspal yang dinyatakan dalam sifat-sifat berikut :

a. Stabilitas

Stabilitas campuran yang menggunakan selulosa (dedak padi) sebagai bahan tambah pada campuran Split Mastik Aspal (SMA) umumnya memenuhi spesifikasi, kecuali pada kadar aspal 7,5% - 8% dengan kadar dedak padi 8% - 9%. Stabilitas tertinggi dicapai pada kadar aspal 5,5% dan kadar dedak padi 7%.

b. Fleksibilitas

Nilai Fleksibilitas campuran dinyatakan dengan *Marshall Quotient* (MQ), menunjukkan bahwa nilainya cenderung mengalami penurunan. Pada kadar aspal 5,5% menunjukkan nilai MQ yang tertinggi dan tidak memenuhi spesifikasi kecuali pada kadar dedak 8% - 9%. Nilai MQ yang memberikan kinerja campuran yang baik yaitu pada kadar aspal 6,5% - 7,5% dengan variasi kadar dedak 6% - 8%.

c. Durabilitas

Durabilitas campuran dinyatakan dengan nilai stabilitas sisa. Semakin banyak variasi kadar dedak padi kedalam campuran, nilai stabilitas sisa cenderung meningkat sampai pada batas optimum, kemudian mengalami penurunan. Nilai durabilitas yang didapatkan untuk variasi kadar dedak padi 5% yaitu sebesar 94,88% lebih kecil dibanding tanpa tambahan dedak padi yaitu sebesar 95,17%, kemudian setelah ditambahkan kadar dedak padi sebesar 6%, 7% 8% dan 9% diperoleh nilai durabilitas yaitu sebesar 98,18%, 99,76%, 97,05%, dan 95,95% cenderung meningkat dibanding tanpa tambahan dedak padi. Hal ini mengindikasikan adanya ketahanan campuran terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas atau nilai keawetan yang cukup baik.

d. Dari kelima variasi kadar dedak padi yang digunakan, kadar dedak padi 7% menjadi kadar dedak yang optimum/ideal sebagai bahan tambah dalam campuran Split Mastic Asphalt (SMA), dengan Kadar Aspal sebesar 6% - 7%.

5.2 Saran

a. Pada penelitian ini perlakuan awal dedak padi tidak mengukur kadar air dedak

padi, oleh karena itu pada penelitian selanjutnya untuk jenis selulosa yang sama atau selulosa alami yang lain dapat dilakukan pengujian kadar air dari selulosa yang digunakan.

b. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian yang menggunakan jenis selulosa alami yang lain.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonymus, *Tinjauan Terhadap Spesifikasi Teknik Lapis Permukaan Split Mastik Aspal (SMA) dengan Bahan Tambah Serat Selulosa*. Pada Heavy Loaded Road Improvement Project dan Usulan Prosedur Pelaksanaan
- Erizal. Y. F., *Studi Pemanfaatan Serat batang Pisang Sebagai bahan Tambah pada Campuran Split Mastik Aspal (SMA)*. Institut Teknologi Nasional. Bandung
- Lolo, Pasa dan Alusius Tandetesik, 2007, *Pengaruh Penggunaan Dedak Padi Sebagai Bahan Tambah Aspal Terhadap Karakteristik Campuran Split Mastik Aspal*. Skripsi. Universitas Kristen Indonesia Paulus. Makassar
- Nicholls, Cliff, 1998, *Asphalt Surfacing*. E & FN Spon, London
- Nurdin, Irman, *Lapis Tipis Split Mastik Aspal 0/8 Dengan Bahan tambah Arbocel Untuk Pemeliharaan Jalan Di Indonesia*. Pusat Litbang Jalan
- Kandhalls, L. Dkk., 1996, *Hot Mix Asphalt Materials Mixture Design and Construction*. Jerman
- Santoso, 1997, *Perkerasan Jalan Split Mastik Aspal (SMA) dan High Stiffness Modulus Asphalt (HSMA)*, *Majalah Teknik Jalan & Transportasi*
- Sukirman, Silvia, 2007, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta