

KINERJA CAMPURAN *SPLIT MASTIC ASPHALT* DENGAN BEBERAPA MATERIAL DARI KALIMANTAN

Aloysius Gregorius Lake¹⁾, Ludfi Djakfar²⁾, Yulvi Zaika³⁾

¹⁾Politeknik Negeri Kupang NTT

^{2,3)}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

ABSTRAK

Kondisi jalan di Kalimantan, kini sangat memprihatinkan akibat banyaknya titik jalan yang rusak parah, bahkan sudah tahap mengkhawatirkan bagi keselamatan lalu-lintas dan kelancaran transportasi yang menjadi urat nadi perekonomian rakyat. Kerusakan yang terjadi telah beberapa kali diperbaiki dengan menggunakan campuran beton aspal, namun hasilnya tetap kurang memuaskan. Pulau Kalimantan memiliki potensi material yang cukup besar, namun saat ini masih terus menerus membeli material dari Sulawesi dalam pelaksanaan pekerjaan jalan. Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba menggunakan campuran *Split Mastic Asphalt* dan memanfaatkan material local untuk pekerjaan jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan penggunaan material dari daerah kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar untuk bahan campuran aspal, khususnya campuran *split mastic asphalt*. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan alat Marshall dan UMATTA. Berdasarkan hasil analisis karakteristik agregat dari kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar, hasilnya adalah cukup baik untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal. Agregat yang paling baik untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal, adalah agregat dari kabupaten Banjar, karena memiliki nilai keausan agregat 23,48%, yang berarti agregat ini lebih tahan terhadap beban di bandingkan dengan agregat dari kabupaten Bulungan dan Kutai Timur. Campuran aspal dengan menggunakan material dari kabupaten Banjar adalah campuran terbaik, karena dengan kadar aspal optimum 6,315%, campuran aspal ini memiliki stabilitas 877,942kg, lebih baik bila dibandingkan dengan campuran aspal dengan menggunakan agregat dari kabupaten Bulungan dan Kutai. Dalam penggunaan material dari daerah Bulungan, Kutai, dan Banjar, dengan nilai kadar aspal optimum masing-masing 7,155%, 6,789%, dan 6,315%, berpengaruh terhadap nilai-nilai pembebanan statis dan dinamis,.

Kata kunci: agregat, *Split Mastic Asphalt*, kinerja campuran

PENDAHULUAN

Kondisi jalan di Kalimantan saat ini sangat memprihatinkan, akibat banyaknya titik jalan yang rusak parah, bahkan sudah tahap mengkhawatirkan bagi keselamatan lalu-lintas dan kelancaran transportasi yang menjadi urat nadi perekonomian rakyat. Kerusakan perkerasan jalan akibat kondisi tanah dasar yang merupakan tanah gambut-rawa ini, diperburuk lagi dengan kendaraan berat yang bolak-balik ke daerah pertambangan, sehingga memperburuk kondisi jalan. Upaya perbaikan yang telah beberapa kali dilakukan adalah dengan menggunakan campuran beton aspal, namun hasilnya tetap kurang memuaskan. Oleh karena itu pada

penelitian ini dicoba menggunakan campuran *Split Mastic Asphalt (SMA)*.

SMA merupakan jenis beton aspal dengan kandungan agregat kasar ± 70 % dan filler ± 11 %. SMA dikembangkan pertama kali di Jerman tahun 1960. Campuran SMA lebih tahan terhadap deformasi, mempunyai *skid resistance* tinggi karena kadar agregat kasarnya besar dan mempunyai kecenderungan lebih tahan lama, karena kadar aspalnya tinggi dan distabilisasi dengan serat selulosa, sehingga dapat melayani kendaraan berat, dengan lebih baik. Di Eropa, Australia, Amerika Serikat dan Kanada, SMA digunakan sebagai lapisan permukaan untuk jalan-jalan besar (*highway*).

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Dalam pekerjaan beton aspal di Kalimantan, materialnya diambil dari daerah Palu, Sulawesi Tenggara, hal ini dilakukan dengan alasan bahwa agregat lokal kurang baik mutunya untuk digunakan sebagai bahan jalan. Sementara di sisi lain, Kalimantan memiliki sumber daya alam yang cukup banyak yang juga dapat digunakan sebagai agregat campuran aspal, seperti misalnya di daerah Bulungan, Kutai, dan Banjar. Pada penelitian ini akan dicoba untuk menemukan alternatif penggunaan agregat, terutama agregat dari Pulau Kalimantan sendiri, yaitu dengan menggunakan agregat dari kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar pada campuran *split mastic asphalt* dan pengaruhnya terhadap parameter Marshall dan *indirect tensile*.

TUJUAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Mengkaji karakteristik agregat yang diambil dari Kabupaten Bulungan, Kutai dan Banjar yang meliputi sifat fisik agregat tersebut.
2. Mengevaluasi potensi penggunaan agregat lokal dari Kabupaten Bulungan, Kutai dan Banjar sebagai bahan untuk perkerasan jalan dengan campuran SMA.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan agregat lokal dari Kabupaten Bulungan, Kutai, dan kabupaten Banjar sebagai bahan untuk perkerasan jalan dengan campuran SMA, terhadap parameter Marshall dan *Indirect tensile*.

TINJAUAN PUSTAKA

Split Mastic Asphalt (SMA) didefinisikan sebagai suatu campuran dengan gradasi timpang mempunyai kandungan agregat kasar yang cukup tinggi, dengan demikian meningkatkan kontak antar butiran batu dengan batu (*stone to stone contact*) di dalam campuran, sehingga dapat memberikan jaringan penyaluran beban roda dengan efisien. Partikel agregat kasar tersebut akan menyatu dengan baik dengan *filler*, serat dan atau polymer di dalam suatu ketebalan film aspal. (Collins, 1996).

Menurut Wonson, 1996, SMA adalah suatu lapisan permukaan tipis, mempunyai ketahanan yang baik terhadap alur (*rutting*) dan mempunyai durabilitas yang tinggi sehingga SMA cocok digunakan untuk lapisan permukaan jalan berlalu lintas berat, walaupun dapat juga digunakan untuk semua jenis perkerasan jalan.

Beberapa sifat campuran SMA adalah bergradasi terbuka, dengan adanya kadar *chipping* yang tinggi (ukuran agregat > 2 mm) sekitar 75% memberikan sifat:

1. Tahan terhadap alur (*Rutting Resistance*) pada temperatur tinggi dan lalulintas 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.

Umumnya campuran SMA terbentuk dari dua unsur, yaitu agregat sebagai bahan utama, aspal, dan bahan tambahan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yamin dkk, mengenai kinerja agregat dari Kalimantan, hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 1**, dimana hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sumber agregat lokal di Provinsi Kalimantan Timur, umumnya berupa gunung atau bukit. Agregat lokal dari Gunung Santan dan Gunung Sarang Burung memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan lapis permukaan jalan.

Tabel 1. Kinerja Agregat Kalimantan Timur dan Sulawesi

Hasil Uji	Kalimantan Timur		Sulawesi
	S.Burung	Gn.Santan	Palu
Abrasi	14,43%	29,20%	34,5%
KAO	5,45%	6,1%	6,0%
Stabilitas	1530 kg	800 kg	1320 kg

Tabel 2 menunjukkan penelitian Wahyudianto, dkk dimana sumber agregat lokal di dari kabupaten Pasir Provinsi Kalimantan Timur memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan lapis permukaan jalan.

Tabel 2. Kinerja Agregat Kabupaten Pasir, Kalimantan Timur

Hasil Uji	Kabupaten Pasir
Abrasi	24,76%
KAO	6,05%
Stabilitas	867,04 kg

Tabel 3 menunjukkan hasil penelitian *Gunawan*, dimana sumber agregat lokal di dari kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan lapis permukaan jalan.

Tabel 3. Kinerja Agregat Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan

Hasil Uji	Kabupaten Banjar
Abrasi	27,53%
KAO	6,05%
Stabilitas	953,63 kg

Hasil penelitian *Mukhlis*, menunjukkan nilai KAO untuk campuran dengan aspal *supracoad* dan aspal Pen 60/70 masing-masing sebesar 5,4% dan 4,98%. Karakteristik Marshall dari campuran beton aspal (AC-WC) menggunakan aspal *supracoad* memberikan hasil yang paling baik dari pada campuran menggunakan aspal pen 60/70. Ditunjukkan oleh nilai VIM (4,18% terhadap 90,16%), VFA (72,69% terhadap 65,51%), IKS (93,3% terhadap 90,16%). Hasil pengujian yang lain diperjelas dengan

karakteristik modulus resilien yang lebih besar (2996 MPa terhadap 2417 MPa).

Tabel 4 menunjukkan hasil penelitian Bambang Ismanto Siswosoebrotho, dkk yang menggunakan 5 tipe campuran agregat. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dan Resilien Modulus (RM)

Hasil Uji	A	B	C	D	E
KAO (%)	5,85	5,90	6,00	6,05	6,15
RM	4750,67	4619,33	4332	4104	3853
Stabilitas (kg)	1540	1510	1400	1380	1250

Hasil penelitian Puri Nurani, menunjukkan bahwa pada campuran HRS-WC dengan KAO 7%, setelah ditambahkan latek 1,5% sampai 4,5% kemudian diuji *Indirect Tensile*, menunjukkan adanya kenaikan nilai *Modulus Resilient* yaitu dari 4062 MPa tanpa latek, menjadi 4482 MPa untuk penambahan 1,5% latek, 5218 MPa untuk penambahan 3% latek dan 5683 MPa untuk penambahan 4,5% latek. Sedangkan modulus resilien akan turun pada penambahan latek lebih besar 4,5%, dengan ditunjukkannya nilai modulus resilien 3780 MPa untuk penambahan 6% latek dan 3289 Mpa untuk penambahan 7,5% latek.

Menurut Spesifikasi Bina Marga untuk proyek peningkatan jalan, gradasi agregat campuran SMA adalah sebagai mana ditabelkan pada **Tabel 5** berikut ini

Tabel 5. Gradasi Agregat *Split Mastic Asphalt (SMA)*

URAIAN	SATUAN
Gradasi Agregat	(% Lolos saringan)
➤ 12,50 mm	100
➤ 11,20 mm	90-100
➤ 8,00 mm	50-75
➤ 5,00 mm	30-50
➤ 2,00 mm	20-30
➤ 0,71 mm	13-25
➤ 0,25 mm	10-20
➤ 0,09 mm	8-13

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimental yang menggunakan rancangan faktorial dengan rancangan percobaannya terdiri dari 2 tahap percobaan, diantaranya percobaan I, menganalisa 2 faktor yaitu: faktor karakteristik jenis agregat (Agregat dari Kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar), faktor kadar aspal (4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5%) terhadap nilai karakteristik campuran (VIM, VMA, stabilitas, flow dan MQ) sekaligus mencari kadar aspal optimum pada masing-masing campuran, dan juga mencari nilai indeks kekuatan sisa. Percobaan tahap II meliputi pengujian *Indirect Tensile Strength* dari tiap-tiap campuran aspal dengan material dari kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar, pada kadar aspal optimum.

Selanjutnya data nilai karakteristik dari hasil uji Marshall dianalisis untuk melihat hubungannya dengan hasil uji *Indirect Tensile Strength*. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal AC 60/70 produksi Pertamina, sementara agregat yang digunakan berasal dari Kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar, Kalimantan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Agregat

Tabel 6 menunjukkan hasil dari uji propertis agregat kabupaten Bulungan, Kutai, Banjar

Tabel 6. Hasil pengujian agregat dari kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar

No.	URAIAN	Unit	SPESIFIKASI		Hasil Bul	Hasil Kut	Hasil Bjr
			MIN	MAKS			
AGREGAT KASAR							
1.	Berat Jenis Kering (<i>Bulk</i>)	-	2,5	-	3.89	3.13	2.58
2.	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)	-	-	-	3.90	3.16	2.62
3.	Berat Jenis semu (<i>Apparent</i>)	-	-	-	3.91	3.21	2.68
4.	Penyerapan air	%	-	3	0.12	0.79	1.47
5.	Keausan agregat	%	-	40	30	23.54	23.48
AGREGAT HALUS							
1.	Berat Jenis Kering (<i>Bulk</i>)	%	2.5	-	2.57	2.50	2.56
2.	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)	-	-	-	2.59	2.49	2.57
3.	Berat Jenis semu (<i>Apparent</i>)	-	2.5	-	2.62	2.55	2.59
4.	Penyerapan air	%	-	3	0.77	1.56	0.42

Hasil pengujian karakteristik agregat kabupaten Banjar secara umum kualitasnya lebih baik dari agregat asal kabupaten Bulungan dan Kutai, di mana nilai keausan agregatnya sebesar 23.48%, yang berarti agregat dari kabupaten Banjar ini lebih tahan terhadap beban. Namun dari keseluruhan hasil pengujian material

bahan dalam penelitian ini telah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan material campuran aspal khususnya campuran SMA. Aspal yang digunakan adalah jenis penetrasi 60/70 produksi Pertamina. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut:

Tabel 7. Hasil Pengujian Aspal penetrasi 60/70

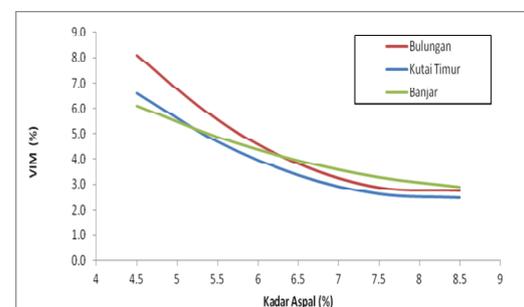
No	URAIAN	Metode Pengujian	Unit	Spesifikasi		Hasil
				MIN	MAKS	
1.	Penetrasi (25 ⁰ C, 5 detik)	SNI 06-2546-1991	0,1 mm	60	79	66,889
2.	Titik lembek (<i>Ring & Ball</i>)	SNI 06-2434-1991	°C	48	58	48,5
3.	Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	°C	200	-	327
4.	Daktalitas	SNI 06-2432-1991	Cm	100	-	>150
5.	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	-	1	-	1,0641

Dari **Tabel 7** di atas, memperlihatkan bahwa aspal yang digunakan sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Karakteristik Marshall Campuran

Hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall ditampilkan sebagai berikut:

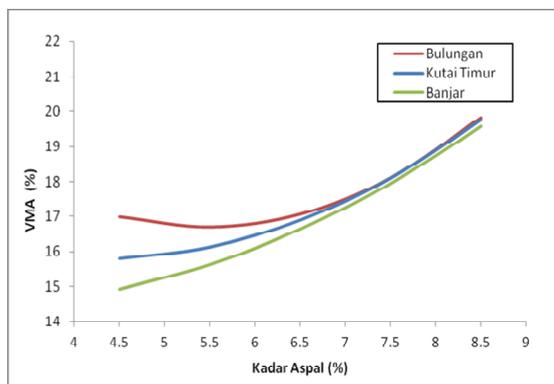
Rongga dalam Campuran (*Void In Mix*)



Gambar 1. Hubungan antara kadar aspal dan Rongga dalam Campuran (*Void In Mix*)

Pada **Gambar 1**, dari hasil analisis menunjukkan bahwa nilai karakteristik VIM dipengaruhi oleh faktor penggunaan jenis agregat, dan kadar aspal. Nilai VIM campuran SMA dengan agregat dari kabupaten Bulungan adalah 4.07%, agregat Kutai 4,59%, dan Banjar 3.76%. Disini terlihat bahwa semakin tinggi kadar aspal, maka nilai VIM akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena sebagian besar rongga-rongga udara dalam campuran sudah terisi aspal.

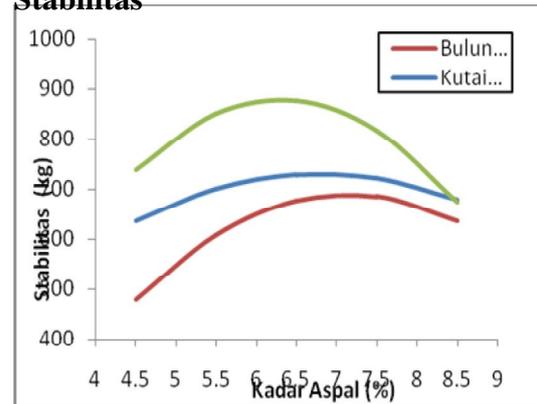
Rongga antara Butir Agregat (*Void in Mineral Aggregate*)



Gambar 2. Hubungan antara kadar aspal dan Rongga antara Butir Agregat (*Void In Mineral Agregate*)

Pada **Gambar 2**. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa nilai karakteristik VMA dipengaruhi oleh faktor penggunaan jenis agregat, dan kadar aspal. Nilai VMA campuran SMA dengan agregat dari kabupaten Bulungan adalah 19.63%, agregat Kutai 19.75%, dan Banjar 19.62 %. ini terlihat bahwa semakin tinggi kadar aspal, maka nilai VMA akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar aspal ke dalam campuran akan menyebabkan rongga yang terisi aspal semakin meningkat.

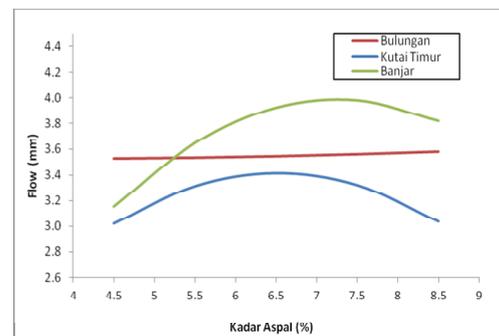
Stabilitas



Gambar 3. Hubungan antara kadar aspal dan stabilitas

Pada **Gambar 3** dari hasil analisis menunjukkan bahwa nilai karakteristik stabilitas dipengaruhi oleh faktor penggunaan jenis agregat dan kadar aspal. Nilai stabilitas campuran SMA dengan agregat dari kabupaten Bulungan adalah 797.59 kg, agregat Kutai 824.40 kg, dan Banjar 903.16 kg. Stabilitas meningkat dari kadar aspal 4.5% sampai kadar aspal 6.5% kemudian menurun pada kadar aspal 7.5% hingga 8.5%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk setiap penambahan kadar aspal maka nilai stabilitasnya makin tinggi, tetapi setelah mencapai nilai stabilitas maksimum, maka nilai stabilitasnya akan menurun untuk kadar aspal yang lebih tinggi. Penambahan kadar aspal tidak menjamin meningkatnya nilai stabilitas secara konstan.

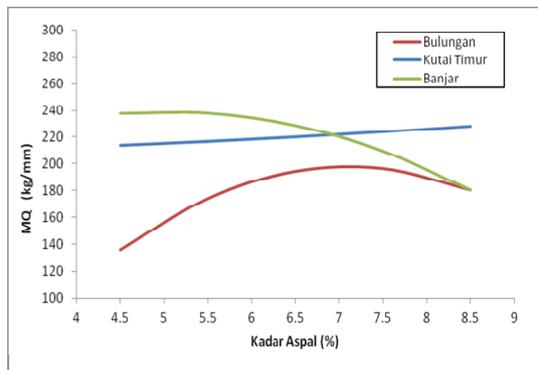
Kelelehan (*Flow*)



Gambar 4. Hubungan antara kadar aspal dan flow

Pada **Gambar 4**, dari hasil analisis menunjukkan bahwa nilai karakteristik kelelahan dipengaruhi oleh faktor penggunaan jenis agregat, dan kadar aspal. Nilai kelelahan campuran SMA dengan agregat dari kabupaten Bulungan adalah 3.33 mm, agregat Kutai adalah 3.07 mm, dan Banjar 3.17mm. Terlihat pula bahwa untuk setiap penambahan kadar aspal maka nilai *flow* makin tinggi, tetapi setelah mencapai nilai *flow* maksimum, maka nilai *flow* akan menurun untuk kadar aspal yang lebih tinggi.

Marshall Quotient (MQ)



Gambar 5. Hubungan antara kadar aspal dan Marshall Quotient

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa nilai karakteristik MQ

dipengaruhi oleh faktor penggunaan jenis agregat, dan kadar aspal. Nilai MQ campuran SMA dengan agregat dari kabupaten Bulungan adalah 224.46 kg/mm, agregat Kutai 237.77 kg/mm, dan Banjar 241.72 kg/mm. Di sini terlihat penambahan kadar aspal akan menyebabkan menurunnya nilai *Marshall Quotient*. Tetapi secara keseluruhan, nilai *Marshall Quotient* yang ditetapkan masih berada dalam rentang spesifikasi yang ditetapkan Bina Marga. Berdasarkan hasil analisa Marshall tadi, maka diperoleh nilai kadar aspal optimum dari tiap-tiap campuran SMA adalah seperti pada **Tabel 8** sebagai berikut

Tabel 8. Kadar Aspal Optimum

Material	Kadar Aspal Optimum
Material Bulungan	7,155
Material Kutai Timur	6,789
Material Banjar	6,315

Indeks Kekuatan Sisa (*Marshall Immersion*)

Spesifikasi campuran *split mastic asphalt* untuk nilai Indeks Kekuatan Sisa adalah harus lebih besar dari 75%. Hasil dari pengujian Marshall *Immersion*, dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Indeks Kekuatan Sisa

Jenis material	KAO	Stabilitas		Kehilangan Stabilitas		Indeks Perendaman	Keterangan
		(kg)		(kg)	(%)		
	(%)	Standar	IKS	(kg)	(%)		
Material Bulungan	7,155	688,492	528,667	159,825	23,214	76,786	memenuhi
Material Kutai Timur	6,789	730,097	615,123	114,974	15,748	84,252	memenuhi
Material Banjar	6,315	877,942	691,725	186,217	21,211	78,789	memenuhi

Salah satu cara untuk menilai potensi durabilitas campuran *split mastic asphalt* adalah dengan melihat nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) yang didapatkan sebagai hasil dari tes

perendaman Marshall. Durabilitas campuran adalah ketahanan suatu campuran terhadap pengaruh cuaca dan temperatur. Berdasarkan hasil analisis perendaman Marshall, semua

nilai Indeks Kekuatan Sisa yang dihasilkan lebih besar dari batas minimum yang diisyaratkan Bina Marga, yaitu 75%, sehingga dapat disimpulkan bahwa material dari ketiga daerah di Kalimantan ini, durabilitas campurannya cukup baik.

Karakteristik Marshall Kadar Aspal Optimum

Hasil analisa campuran SMA dengan agregat dari kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar, setelah diperoleh kadar aspal optimum adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Analisis Marshall pada Kadar Aspal Optimum

Jenis Material	KAO	VIM	VMA	Stabilitas	Flow	MQ
	(%)	(%)	(%)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
Material Bulungan	7,155	3,099	17,685	688,492	3,560	197,807
Material Kutai Timur	6,789	3,064	17,197	730,097	3,410	212,145
Material Banjar	6,315	4,968	16,432	877,942	3,889	231,231

Berdasarkan hasil analisis kadar aspal optimum ini, maka material yang terbaik untuk digunakan dalam campuran aspal, adalah material dari Banjar. Hal ini disebabkan, karena material dari Banjar ini memiliki nilai stabilitas yang tinggi.

Setelah memperoleh kadar aspal optimum, berikutnya adalah melakukan pengujian *Indirect Tensile*. Pengujian ini menggunakan alat Umatta. Dari pengujian dengan menggunakan alat ini akan diperoleh setiap pulse (pembebanan), nilai-nilai Force (N), Tot.Recov strain ($\mu\epsilon$), Tensile stress (kPa), Rise Time (ms), Delay at peak (ms), Resilient modulus (MPa). Pada penelitian ini, pengujian *Indirect Tensile* dilakukan pada sampel yang dibuat pada kadar aspal optimum dari masing-masing agregat.

Kadar Aspal Optimum, Nilai Beban Statis dan Nilai Beban Dinamis

Perbandingan Nilai Beban Statis, Beban Dinamis dan Kadar Aspal Optimum secara lebih jelas dibahas sebagai berikut :

Hubungan antara nilai stabilitas dan *Modullus Resilient* dapat dilihat pada **Tabel 11** sebagai berikut

Tabel 11. Nilai Stabilitas dan *Modullus Resilient*

Benda Uji	KAO	Stabilitas	<i>Modullus Resilient</i>
Bulungan	7,155	688,492	4622,3
Kutai	6,789	730,097	4450,67
Banjar	6,315	877,942	3604,33

Modulus resilien merupakan parameter penting yang menentukan kinerja perkerasan yakni dengan menganalisis respon perkerasan terhadap beban lalu lintas. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa material dari daerah kabupaten Banjar adalah merupakan material yang paling baik untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal, karena dengan nilai KAO 6,315% material ini memiliki nilai stabilitas Marshall sebesar 877,942 kg, juga nilai Resilient Modulus sebesar 3604, 33 MPa.

Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh *Bambang Ismanto Siswosoebrotho, dkk*, dengan kadar aspal optimum 5,85% memiliki nilai stabilitas Marshall 1540 kg, juga nilai Resilien Modulus sebesar 4750,67Mpa, maka campuran aspal dengan menggunakan material dari Banjar masih tergolong kurang baik.

Begitu pula bila dibandingkan dengan hasil penelitian *Puri Nurani*

dimana dengan kadar aspal optimum 7%, memiliki nilai stabilitas Marshall 1210,45 kg, juga nilai Resilien Modulus sebesar 5682,5 Mpa, maka campuran aspal dengan menggunakan

material dari Banjar juga masih tergolong kurang baik.

Berikut ini adalah rekapan perbandingan dari nilai Marshall dan *Indirect Tensile* seperti terlihat pada **Tabel 12** berikut :

Tabel 12. Nilai Marshall dan *Indirect Tensile*.

Material	KAO	VIM	VMA	Stabilitas	Flow	MQ	Force	R.M.
	(%)	(%)	(%)	(kg)	(mm)	(kg/mm)	(N)	(Mpa)
Bulungan	7,155	3,099	17,685	688,492	3,560	197,807	1833,67	4622,3
Kutai Timur	6,789	3,064	17,197	730,097	3,410	212,145	1836,7	4450,67
Banjar	6,315	4,968	16,432	877,942	3,889	231,231	1830,97	3604,33

Penggunaan material dari daerah Bulungan, Kutai Timur, dan Banjar, dengan nilai kadar aspal optimum masing-masing 7,155%, 6,789%, dan 6,315%, berpengaruh terhadap nilai-nilai pembebanan statis dan dinamis, dimana ditunjukkan dengan hasil uji Marshall dan nilai MR (modulus resilien).

Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa material terbaik yang dapat digunakan untuk campuran SMA, adalah material dari kabupaten Banjar, karena dengan kadar aspal 6,315%, campuran ini, memiliki nilai stabilitas tertinggi, yaitu sebesar 877,942 kg. lebih tinggi kemampuan menerima bebannya dibandingkan dengan campuran SMA yang menggunakan material dari kabupaten Bulungan, nilai stabilitasnya 688,492 kg dan material dari kabupaten Kutai, nilai stabilitasnya 730,097 kg.

Campuran SMA dengan agregat dari daerah Banjar ini memiliki nilai resilien modulus 3604,33 Mpa, hal ini berarti bahwa dengan kadar aspal sebesar 6,315% (lebih rendah dari Bulungan 7,155% dan Kutai, 6,789%), campuran SMA dengan agregat dari daerah Banjar ini memiliki ketahanan terhadap beban berulang yang cukup baik, serta memiliki struktur perkerasan yang baik dalam merespon beban berulang dan terutama kemungkinan terjadi *rutting*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisa karakteristik agregat dari kabupaten Bulungan, Kutai, dan Banjar, cukup baik untuk digunakan sebagai bahan campuran *split mastic asphalt* (SMA).
2. Agregat yang paling baik untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal, adalah agregat dari kabupaten Banjar, karena memiliki nilai keausan agregat 23,48%, berarti agregat ini lebih tahan terhadap beban di bandingkan dengan agregat dari kabupaten Bulungan dan Kutai Timur.
3. Campuran SMA dengan menggunakan agregat dari kabupaten Banjar adalah campuran terbaik, karena dengan kadar aspal optimum 6,315%, campuran ini, memiliki nilai stabilitas tertinggi, yaitu sebesar 877,942 kg. lebih tinggi kemampuan menerima bebannya dibandingkan dengan campuran SMA yang menggunakan material dari kabupaten Bulungan, nilai stabilitasnya 688,492 kg dan material dari kabupaten Kutai, nilai stabilitasnya 730,097 kg.
4. Campuran SMA dengan agregat dari daerah Banjar ini memiliki nilai resilien modulus 3604,33 Mpa, hal ini berarti bahwa dengan kadar aspal sebesar 6,315% (lebih rendah dari Bulungan, 7,155% dan Kutai, 6,789%), campuran SMA dengan

agregat dari daerah Banjar ini memiliki ketahanan terhadap beban berulang yang cukup baik, serta memiliki struktur perkerasan yang baik dalam merespon beban berulang dan terutama kemungkinan terjadi *rutting*.

5. Dalam penggunaan material dari daerah Bulungan, Kutai Timur, dan Banjar, dengan nilai kadar aspal optimum masing-masing 7,155%, 6,789%, dan 6,315%, berpengaruh terhadap nilai-nilai pembebanan statis dan dinamis, ditunjukkan dengan hasil uji Marshall dan nilai MR (modulus resilien), di mana nilai modulus Resilien akan terus naik seiring dengan peningkatan kadar aspal.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan kinerja campuran *split mastic asphalt*, menggunakan material dari daerah lain di Pulau Kalimantan.
2. Perlu juga untuk memperhatikan pengaruh suhu dalam pengujian, karena berpengaruh pada hasil pengujian baik pengujian dengan beban statis, maupun dinamis.
3. Perlu penelitian lebih lanjut dengan pengujian IDT yang menggunakan variasi suhu.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2002. batuan_ponorogo-chapter2.pdf. www.digilib.petra.ac.id. Tanggal akses 03 Pebruari 2010.

Astika, I.P. 2003. Pengaruh Penggunaan dedak padi sebagai bahan tambah terhadap karakteristik campuran *Split Mastic Asphalt*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang

Collins, R. 1996. Split Mastic Asphalt – The Georgia Experience. *Paper at The 1996 AAPA Pavement Industry Conference*. Georgia Department of Transportation, USA, Asphalt Review

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1992. General Specification for Road Betterment Project. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Djakfar, Ludfi. 1999. Implementation of ALF Results to Designing Flexible Pavements in Louisiana. College of Engineering and Science. Louisiana Tech University.

Djakfar, Ludfi, Dewi S.M. 2008. Statistika Dasar untuk Teknik Sipil, Bargie Media, Malang.

Kennedy, T.W. 1977. Characterism of Asphalt Pavement Materials Using Indirect Tensile Test, Proc.

Khairudin, M.A, 1993, Tinjauan Umum Hasil Aplikasi SMA dengan Bahan Tambah Serat Selulosa, PusLitBang Jalan Raya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Moestofa B. 1996. Laporan Penelitian Penggunaan Bahan Lokal Untuk Konstruksi Tepat Guna Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, Balitbang PU, Pusjatan, Bandung.

Sartiyono, T. 1998. Penelitian Laboratorium untuk *Split Mastic Asphalt* (SMA) dengan Bahan Tambah *Roadcell 50*, Tesis, PPS ITB, Bandung

Setiadji H.B. 2000. Pengembangan Pengujian Pengembunan Berulang Untuk Menilai Durabilitas Campuran Beraspal, Tesis. PPS ITB, Bandung

Suta, Yudith. 2009. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu terhadap Nilai karakteristik *Split Mastic Asphalt*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang

Wonson K. 1996. Split Mastic Asphalt The European Experience. *Paper at the 1996 AAPA Pavement Industry Conference*, Asphalt Review