

STUDI PASIR SUNGAI SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA LASTON PERMUKAAN (ASPHALTIC CONCRETE-WEARING COURSE, AC-WC)

Surat⁽¹⁾ , Yasruddin⁽²⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

⁽²⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Ringkasan

Konstruksi perkerasan jalan lentur Laston permukaan (Asphaltic Concrete-Wearing Course, AC-WC) harus memiliki sifat-sifat, kuat memikul beban lalu lintas, keawetan tinggi, kedap air, permukaan rata tahan aus dan kekesatan yang cukup. Bahan campuran Laston permukaan (AC-WC) terdiri dari fraksi agregat kasar, medium, halus, filler dan bahan pengikat menggunakan aspal. Agregat fraksi halus terdiri dari kombinasi batu pecah dan pasir sungai. Deposit pasir sungai cukup banyak. Pasir sungai mempunyai kualitas baik, didapat gradasi dan berat jenis yang bervariasi. Batu pecah dari quarry Gunung Martadah dan pasir sungai dari Sungai Awang Bangkal, Sungai Rantau, Sungai Pengaron dan Sungai Barito.

Penelitian menggunakan material batu pecah quarry Gunung Martadah B dengan proporsi fraksi agregat kasar 18%, fraksi agregat medium 40%, fraksi agregat halus 30%, pasir sungai 10%, filler menggunakan semen portland 2%. Proporsi pasir sungai disamakan sebesar 10%, (Sungai Awang Bangkal atau Sungai Rantau atau Sungai Pengaron atau Sungai Barito). Gradasi agregat gabungan mendekati kurva Fuller, persen lolos saringan No.100 dan No.200 mendekati batas bawah spesifikasi untuk Laston Permukaan (AC-WC) gradasi kasar.

Dengan berat jenis semakin besar nilai kepadatan campuran makin besar pada gradasi, kadar aspal dan energi pemadatan yang sama. Nilai kepadatan dipengaruhi oleh gradasi, kadar aspal, berat jenis agregat dan energi untuk memadatkan. Semakin tinggi kepadatan (density) maka nilai VIM, VMA lebih rendah dan sebaliknya VFB tinggi didapat stabilitas dan durabilitas tinggi. Pengujian Marshall dengan perendaman selama 24 jam dan 60°C untuk material batu pecah Gunung Martadah B dan pasir sungai (Sungai Awang Bangkal atau Sungai Rantau atau Sungai Pengaron atau Sungai Barito) pada campuran Laston permukaan (AC-WC) diperoleh nilai stabilitas Marshall sisa lebih besar dari 90 persen sehingga dinyatakan memenuhi persyaratan.

Kata kunci: Laston permukaan (AC-WC), batu pecah, pasir sungai, karakteristik Marshall

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bahan campuran *asphaltic concrete-wearing course* (AC-WC), terdiri dari agregat fraksi kasar, medium, halus dan bahan pengisi (*filler*). Bahan pengikat menggunakan aspal atau bitumen dan bahan tambah (*additive*) yang bersifat anti pengelupasan (*stripping*). Agregat fraksi halus butir berukuran lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm), agregat halus berupa batu pecah dari hasil pemecah batu dan pasir sungai. Bahan pengisi (*filler*) adalah butiran lolos saringan No.200 (0,075 mm), bahan pengisi harus bersifat non-plastis.

Potensi sumber material pasir sungai adalah Sungai Barito (Marabahan hilir

jembatan Rumpiang), deposit pasir cukup besar, Sungai Pengaron, sungai Rantau dan Sungai Awang Bangkal dengan deposit yang diestimasikan cukup untuk memenuhi agregat halus pada campuran aspal, dalam pemeliharaan jalan dan pembangunan jalan di lingkungan kota Banjarmasin sekitarnya.

Pasir sungai adalah material alami yang mengendap di dasar sungai dari material erosi di permukaan tanah yang terbawa oleh aliran sungai. Gradasi butiran pasir dari aliran sungai yang berbeda sehingga gradasi juga bervariasi. Ukuran pasir untuk campuran aspal sebagai agregat halus lolos saringan No.4 (4,75 mm). Variasi ukuran butiran yang mengendap di dasar sungai daerah hulu sungai lebih kasar dibanding dengan daerah hilir.

Pasir Sungai Rantau pengamatan visual kadar lumpur rendah, butiran keras, variasi ukuran butir cukup baik, warna kuning kecoklatan. Pasir Sungai Pengaron kadar lumpur rendah, variasi ukuran butir cukup baik warna keabuan terdapat butir warna hitam. Pasir Sungai Awang Bangkal kadar lumpur cukup rendah, variasi butiran baik, warna agak keabuan. Pasir Sungai Barito kadar lumpur sangat rendah, variasi butiran sedang lebih halus, warna putih sedikit kekuningan. Letak geografis Sungai Rantau dan Sungai Pengaron berada di bagian hulu, Sungai Awang Bangkal di pertengahan dan Sungai Barito terletak di hilir.

Persyaratan agregat halus alami yaitu menggunakan pasir sungai berdasarkan spesifikasi umum adalah material lolos saringan No.200 (0,075 mm) atau kadar lumpur lebih kecil sama dengan 8,0 persen, nilai setara pasir lebih besar sama dengan 50,0 persen, berat jenis lebih besar 2,50 g/cm³, penyerapan air lebih kecil sama dengan 3,0 persen (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010).

Perumusan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik Marshall campuran aspal dengan menggunakan pasir sungai sebagai agregat halus pada campuran aspal untuk Laston permukaan (*asphaltic concrete-wearing course*, AC-WC)?
2. Bagaimana hubungan berat jenis pasir dengan karakteristik Marshall khususnya pada campuran Laston permukaan?
3. Bagaimana pengaruh perendaman terhadap nilai Stabilitas Marshall sisa sebagai indikasi keawetan (*durability*)?

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian adalah untuk mempelajari layak tidaknya pasir sungai sebagai bahan campuran agregat halus pada campuran beraspal Laston permukaan.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan proporsi campuran dan karakteristik Marshall campuran aspal dengan menggunakan pasir sungai sebagai agregat halus pada Laston permukaan.
2. Mendapatkan hubungan berat jenis dengan karakteristik Marshall khususnya campuran aspal Laston permukaan.
3. Mendapatkan nilai Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman sebagai indikasi keawetan (*durabilitas*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur.

Aspal

Komposisi aspal terdiri dari *asphaltenes* dan *maltenes*. *Asphaltenes* adalah unsur kimia aspal yang padat yang tidak larut dalam *n-penten* atau heptanes. Peningkatan kandungan dalam aspal akan menghasilkan aspal yang lebih keras dengan nilai penetrasi rendah, titik lembek yang tinggi dan kekentalan aspal tinggi. *Maltenes* unsur kimia aspal dibagi menjadi resin, aromatik dan saturated. Resin senyawa hydrogen dan karbon, sedikit mengandung oksigen, sulfur dan nitrogen. Peranan resin dalam aspal adalah sebagai zat pendispersi *asphaltene*. Aromatik adalah unsur pelarut *asphaltene* yang paling dominan di dalam aspal. *Saturated* adalah bagian molekul maltene yang berupa minyak kental. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60 /70.

Agregat

Sifat-sifat fisik agregat dan hubungannya dengan kinerja campuran beraspal lapis aspal beton menurut Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah (2002), adalah sebagai berikut:

1. Pembagian agregat berdasarkan ukuran adalah sebagai berikut:
 - a. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm).
 - b. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm).
 - c. Bahan pengisi (*filler*) adalah fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) minimum 75 persen terhadap berat.
2. Gradasi agregat adalah distribusi dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga diantara agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM) dan stabilitas serta sifat mudah dikerjakan (*workability*) campuran.
3. Kebersihan agregat adalah agregat tidak tercampur material lain seperti bahan organik, partikel lunak, lumpur yang melekat pada agregat, karena akan mengurangi daya ikat antara aspal dengan agregat.
4. Kekerasan (*toughness*) adalah agregat harus kuat, mampu menahan abrasi dan degradasi selama proses produksi dan operasionalnya di lapangan.
5. Bentuk butir agregat adalah berbentuk bulat (*rounded*) sampai bersudut (*angular*).

- Bentuk partikel agregat yang bersudut memberikan ikatan antara agregat (*aggregate interlocking*) yang lebih baik yang dapat menahan perpindahan (*displacement*) agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu bidang pecah akan menghasilkan ikatan antar agregat yang baik.
6. Tekstur permukaan agregat adalah kekasaran bidang permukaan agregat, memberikan sifat ketahanan terhadap gelincir (*skid resistance*) pada permukaan perkerasan, tesktur permukaan agregat juga merupakan factor yang menentukan kekuatan, *workabilitas* dan *durabilitas* campuran beraspal.
 7. Daya serap agregat adalah keporusan agregat menentukan banyaknya zat cair

- yang dapat diserap agregat. Kemampuan agregat untuk menyerap air dan aspal akan mempengaruhi penggunaan kadar aspal dalam campuran beraspal, penyerapan tinggi membutuhkan aspal lebih banyak untuk menghasilkan film aspal untuk mengikat partikel agregat.
8. Kelekatan terhadap aspal adalah kecenderungan agregat untuk menerima, menyerap dan menahan film aspal (penyelimutan aspal pada permukaan agregat).
- Ketentuan-ketentuan agregat untuk campuran beraspal berdasarkan spesifikasi umum jalan dan jembatan, (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010) seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1. Ketentuan-ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Agregat Kasar			
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	≤12,0%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417:2008	≤30,0%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		≤40,0%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	≥95,0%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥10 cm)			80/75
Pertikal Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1:5	≤10,0%
Material Lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	≤1,0%
Berat Jenis		SNI 03-1969-1990	≥2,50 g/cm ³
Penyerapan Air			≤3,0%

Tabel 2. Ketentuan-ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	≥70% untuk AC bergradasi kasar
Material Lolos Ayakan No.200	SNI 03-4428-1997	≤8%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)	AASHTO TP-33 atau ASTM C1252-93	≥45%
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥10 cm)		≥40%
Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	≥2,50 g/cm ³
Penyerapan Air		≤3,0%

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010)

Karakteristik Beton Aspal

Campuran beraspal untuk Laston permukaan harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi permanen seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani.
2. Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalulintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.
3. Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak.
4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) adalah kemampuan beton aspal untuk menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak, yaitu dengan menggunakan kadar aspal yang seimbang.
5. Kekesatan/tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip.
6. Kedap air adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat ditembus air ataupun

udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

7. *Workability* adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi *workability* adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat. Ketentuan-ketentuan sifat campuran beraspal berdasarkan spesifikasi umum jalan dan jembatan, (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010) seperti Tabel 3.

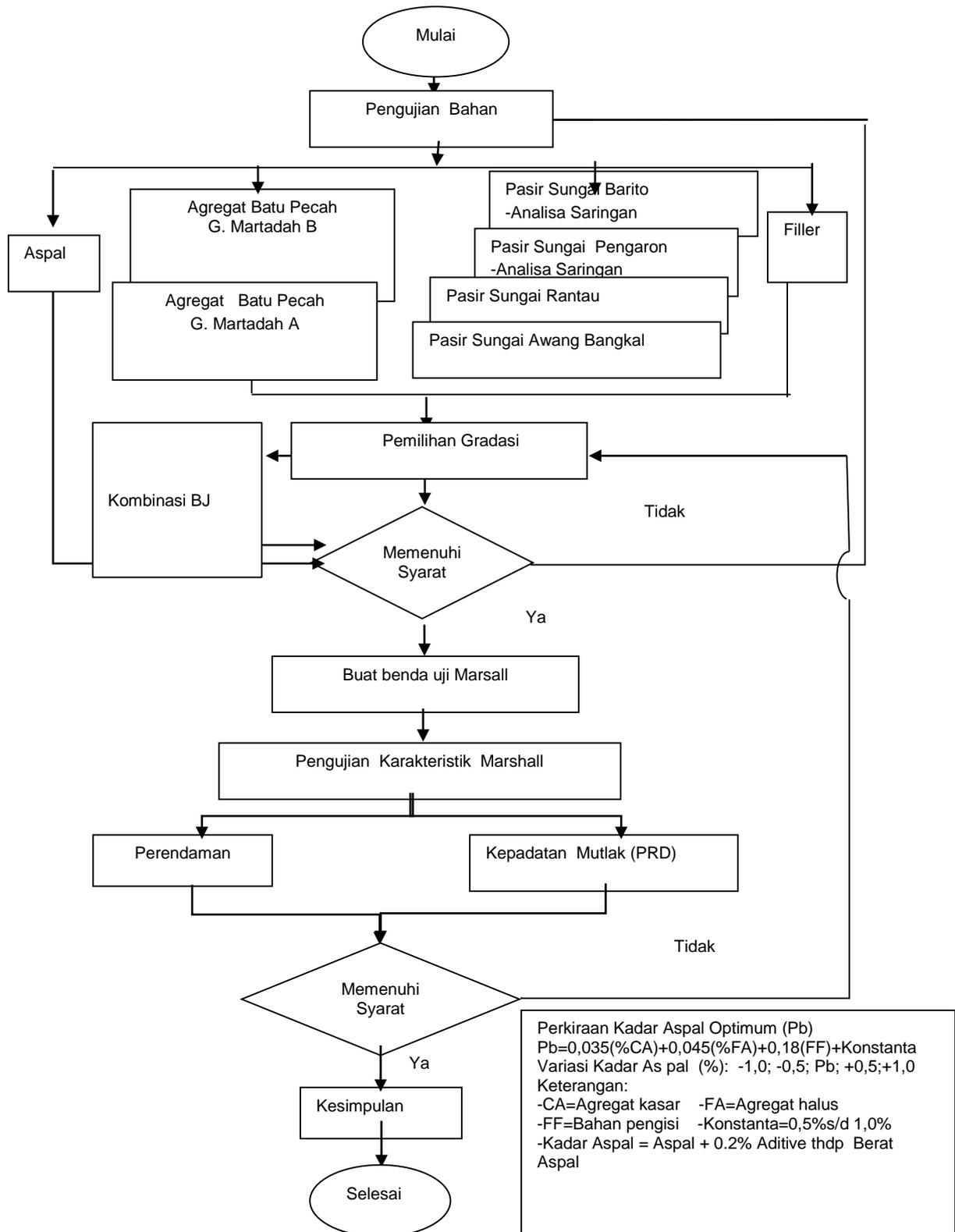
3. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan pengujian menggunakan standar rujukan Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai rujukan utama, pemakaian standar seperti *British Standard* (BS), *American Society for Testing Materials* (ASTM), *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), sebagai rujukan tambahan. Pengujian yang berhubungan dengan komponen campuran Laston permukaan (*asphaltic concrete-wearing course, AC-WC*) dan campuran aspal Laston dilaksanakan sesuai ketentuan dalam spesifikasi umum jalan dan jembatan dari Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina

Tabel 3 Ketentuan-ketentuan Sifat Campuran Beraspal.

Sifat-sifat Campuran	Laston					
	Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar aspal efektif (%)	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan aspal	≤1,2					
Jumlah tumbukan perbidang	75			112		
Rongga dalam campuran (%)	≥ 3,5					
	≤ 5,0					
Rongga dalam mineral agregat (VMA)(%)	≥15		≥ 14		≥13	
Rongga terisi aspal (%)	≥65		≥ 63		≥60	
Stabilitas	≥800			≥2250		
Pelehan (mm)	≥3,0			≥4,5		
Marshall Quotient (kg/mm)	≥250			≥300		
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	≥90					
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	≥2,5					

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010)



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Tabel 4. Hasil Pengujian Batu Pecah

No	Karakteristik	Standar Pengujian	Satuan	Hasil A	Hasil B	Spesifikasi
Fraksi Kasar (CA) Ukuran Butir ¾" (19 mm)						
1	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,482	2,661	> 2,500
2	Berat Jenis SSD	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,538	2,689	
3	Berat Jenis Apparent	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,628	2,737	
4	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	%	2,246	1,052	< 3,000
5	Abrasi dengan Mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	%	32,500	15,400	* < 40,000
6	Pertikel Pipih	BSI 1975	%	4,290	11,800	< 25,000
7	Pertikel Lonjong	BSI 1975	%	3,320	7,180	< 10,000
8	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	%	>95	>95	>95
Fraksi Medium (MA) Ukuran Butir ⅜" (9,5 mm)						
1	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,457	2,632	>2,5
2	Berat Jenis SSD	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,517	2,661	
3	Berat Jenis Apparent	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,613	2,716	
4	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	%	2,430	1,210	<3
Fraksi Halus (FA) Ukuran Butir Lolos Saringan No. 8 (2,38 mm)						
1	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,457	2,545	>2,5
2	Berat Jenis SSD	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,517	2,595	
3	Berat Jenis Apparent	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,613	2,677	
4	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	%	2,430	1,937	<3

Keterangan:

*Abrasi untuk campuran AC gradasi kasar < 30%

Tabel 5. Hasil pengujian pasir

Pasir Sungai (S) Ukuran Butir Lolos Saringan No.8 (2,38 mm)								
No	Karakteristik	Standar Pengujian	Satuan	Hasil Sungai Barito	Hasil S.Awang Bangkal	Hasil Sungai Rantau	Hasil Sungai Pengaron	Spesifikasi
1	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,589	*2,375	2,513	2,521	>2,5
2	Berat Jenis SSD	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,614	2,443	2,571	2,575	
3	Berat Jenis Apparent	SNI 1969:2008	g/cm ³	2,656	2,548	2,669	2,663	
4	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	%	0,980	2,860	2,320	2,110	<3
5	Material Lolos Ayakan No.200	SNI 03-4428-1997	%	0,61	2,50	1,46	1,62	≤8

Hasil Pengujian Analisis Saringan

Hasil pengujian analisis saringan batu pecah Gunung Martadah A dan B pada tabel 6. Ukuran maksimum agregat Laston permukaan (AC-WC) adalah 19 mm dibagi dalam fraksi agregat kasar (CA) ukuran butir

lolos saringan 19 mm, tertahan 9,5 mm, fraksi agregat medium (MA) ukuran butir lolos saringan 9,5 mm, tertahan 2,38 mm, fraksi agregat halus (FA) ukuran butir lolos saringan 2,38 mm.

Tabel 6. Hasil Analisis Saringan Batu Pecah Gunung Martadah A dan B

Nomor Saringan		Martadah A			Martadah B		
		Persen Lolos (%)			Persen Lolos (%)		
mm	inch	CA	MA	FA	CA	MA	FA
19,100	¾"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
12,700	½"	42,93	100,00	100,00	40,32	100,00	100,00
9,520	⅜"	7,12	87,08	100,00	5,35	94,92	100,00
4,760	No. 4	0,32	32,56	99,31	1,44	31,64	98,66
2,380	No. 8	0,14	6,81	78,55	1,33	6,19	86,23
1,190	No. 16	0,13	3,06	48,32	1,26	3,39	64,16
0,590	No. 30	0,12	2,06	29,33	0,97	2,43	40,11
0,279	No. 50	0,08	1,46	16,43	0,71	1,75	19,98
0,149	No.100	0,07	0,96	8,21	0,35	1,21	9,08
0,075	No.200	0,03	0,34	2,26	0,08	0,54	3,23

Tabel 7. Hasil Pengujian Analisis Saringan Pasir Sungai

Nomor Saringan		Persen Lolos (%)			
		Pasir Barito	Pasir Rantau	Pasir Awang Bangkal	Pasir Pengaron
mm	inch				
19,100	3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00
12,700	1/2"	100,00	100,00	100,00	100,00
9,520	3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00
4,760	No. 4	100,00	100,00	100,00	100,00
2,380	No. 8	99,86	91,99	93,17	92,16
1,190	No. 16	99,26	72,34	83,75	76,14
0,590	No. 30	93,64	41,85	54,54	49,89
0,279	No. 50	39,96	16,31	22,44	21,92
0,149	No.100	8,12	5,39	8,45	7,77
0,075	No.200	0,89	1,12	2,14	1,81
Modulus halus butir		2,58	3,71	3,36	3,50

Hasil pengujian analisis saringan pasir sungai (S) sebagai agregat halus pada tabel 7. Pasir sungai diambil dari Sungai Barito (Marabahan hilir jembatan Rumpiang), Sungai Rantau, Sungai Awang Bangkal dan Sungai Pengaron.

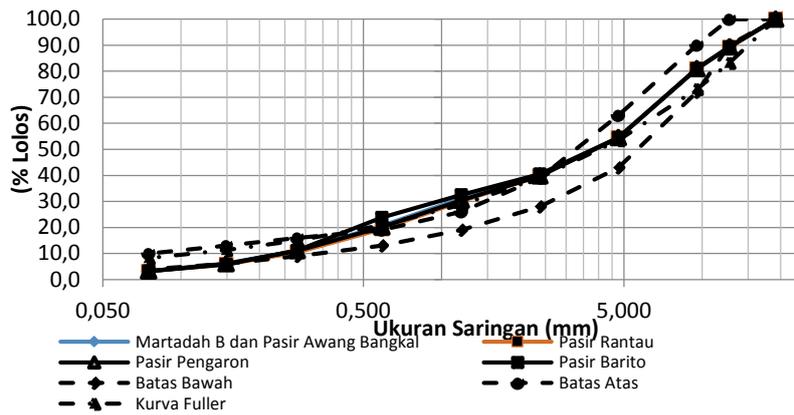
Gradasi Agregat Gabungan

Hasil gradasi agregat gabungan (dalam persen lolos) dalam rentang batas atas dan batas bawah persyaratan spesifikasi umum untuk Laston permukaan (AC-WC) bergradasi kasar dan memotong kurva Fuller namun demikian hasil terbaik dari beberapa kali alternati proporsi yang dicoba.

Nilai proporsi disamakan untuk gabungan material batu pecah Gunung Martadah B, fraksi agregat kasar 18 persen, fraksi agregat medium 40 persen, fraksi agregat halus 30 persen dengan pasir Sungai Barito, atau Sungai Rantau, atau Sungai Pengaron, atau Sungai Awang Bangkal sebesar 10 persen dan bahan pengisi (*filler*) menggunakan semen portland sebesar 2 persen. Gradasi agregat gabungan seperti Tabel 8 dan kurva gradasi agregat gabungan pada Gambar 2.

Tabel 8 Gradasi Agregat Gabungan Laston Permukaan (AC-WC)

Nomor Saringan		Pasir Barito		Pasir Rantau		Spesifikasi AC-WC Gradasi Kasar		Kurva Fuller
		Batu Pecah Martadah				Batas Bawah	Batas Atas	
(mm)	(in)	A	B	A	B			
		(% lolos)	(% lolos)	(% lolos)	(% lolos)	(% lolos)	(% lolos)	(% lolos)
19,100	3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
12,700	1/2"	91,44	89,26	91,44	89,30	90,0,0	100,00	83,20
9,520	3/8"	80,25	80,93	80,25	80,90	72,00	90,00	73,10
4,760	No. 4	54,51	54,51	54,52	54,50	43,00	63,00	53,50
2,380	No. 8	37,28	40,57	36,58	39,80	28,00	39,10	39,20
1,190	No. 16	27,37	32,76	24,91	30,10	19,00	25,60	28,70
0,590	No. 30	21,23	21,3	16,37	19,40	13,00	19,10	20,90
0,279	No. 50	12,10	12,82	10,11	10,50	9,00	15,50	14,90
0,149	No.100	6,45	6,07	6,59	5,80	6,00	13,00	11,30
0,075	No.200	3,62	3,13	4,08	3,20	4,00	10,00	8,30
Modulus halus butir		5,66	5,58	5,75	5,67			5,67



Gambar 2. Kurva Gradasi Agregat Gabungan Laston Permukaan

Dari Tabel gradasi agregat gabungan batu pecah Gunung Martadah B dengan Pasir Barito kurva gradasi saringan 12,70 mm dan saringan 9,52 mm dan saringan 1,19 mm berada di atas kurva Fuller, kurva gradasi saringan 4,76 mm, saringan 2,38 mm dan saringan 0,59 mm mendekati kurva Fuller, kurva gradasi saringan 0,28 mm, saringan 0,15 mm dan 0,075 mm di bawah kurva Fuller. Kurva gradasi memenuhi amplop gradasi AC-WC gradasi kasar, kecuali saringan 1,19 mm di atas batas maksimum dan saringan 0,075 di

bawah nilai minimum, (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010). Diperlukan penambahan abu batu ukuran butir lolos saringan 0,075 mm.

Hasil Pengujian Campuran Beraspal

Pengujian campuran beraspal dengan alat Marshall untuk menentukan sifat-sifat campuran. Dari hasil analisis hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat campuran (karakteristik Marshall) didapat kadar aspal optimum seperti Tabel 8

Tabel 8. Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Marshall	Satuan	Pasir Awang Bangkal		Pasir Rantau		Pasir Pengaron		Pasir Barito		Spesifikasi
		Batu Pecah Martadah				A	B	A	B	
Kadar Aspal Optimum	%	A	B	A	B	A	B	A	B	
Kepadatan	g/cm ³	2,25	2,31	2,26	2,33	2,27	2,34	2,27	2,34	
Rongga di antara Agregat /VMA	%	*13,60	15,85	*13,50	15,90	*14,50	15,80	*13,70	15,60	≥ 15,00
Rongga dalam Campuran/VIM	%	3,90	4,50	4,00	4,56	4,26	4,68	4,01	4,40	≥ 3,50 ≤ 5,00
Rongga terisi Aspal/VFB	%	71,00	71,00	70,00	70,00	68,00	70,20	70,40	71,00	≥ 65,00
Stabilitas Marshall	kg	850,0	1020,0	970,0	1120,0	840,0	1162,0	880,0	1090,0	≥ 800,0
Marshall Quotient /MQ	kg/mm	*225,00	280,00	275,00	295,00	*220,00	291,00	*220,00	280,00	≥ 250,00
Kelelehan	mm	3,90	3,70	3,50	3,70	3,17	4,00	3,80	3,80	≥ 3,00
Kadar Aspal Efektif	%	4,43	4,79	4,26	4,90	4,47	4,83	4,40	4,89	≥ 4,30
Penyerapan Aspal	%	*1,27	1,03	*1,24	0,70	*1,23	0,77	1,17	0,71	≤ 1,20
Tebal Lapisan Aspal Film	µmm	8,26	9,23	7,82	9,30	8,07	8,99	7,76	9,03	≥ 7,50
Stabilitas Marshall Sisa setelah Perendaman selama 24 jam, 60°C	%	-	96,00	-	96,90	-	94,60	-	95,60	≥ 90,00
Rongga dalam Campuran pada Kepadatan Membal (Refusal)	%	-	3,69	-	3,63	-	3,63	-	3,54	≥ 2,50
Berat Jenis bulk (Ag. Gabungan)	g/cm ³	2,46	2,60	2,48	2,62	2,48	2,61	2,48	2,61	≥ 2,50
Abrasi Batu Pecah	%	32,50	15,40	32,50	15,40	32,50	15,40	32,50	15,40	≤ 30,00
Pasir Sungai										
Berat Jenis bulk	g/cm ³	*2,375		2,513		2,521		2,589		≥ 2,50
Modulus Halus Butir		3,36		3,71		3,50		2,58		

5. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian pasir sungai sebagai agregat halus untuk campuran beraspal pada Laston Permukaan (AC-WC) pembahasan diuraikan sebagai berikut:

1. Proporsi campuran dan karakteristik Marshall untuk Laston permukaan. Material batu pecah Gunung Martadah A didapat nilai abrasi sebesar 32,5 persen lebih besar dari 30 persen sehingga tidak memenuhi syarat Laston permukaan gradasi kasar. Pasir Sungai Awang Bangkal didapat berat jenis $2,375 \text{ g/cm}^3$ kurang dari $2,500 \text{ g/cm}^3$ tidak memenuhi syarat. Campuran aspal pada rongga di antara mineral agregat (VMA), *Marshall quotient* (MQ) dan penyerapan aspal tidak memenuhi syarat spesifikasi Laston permukaan bergradasi kasar. Material batu pecah Gunung Martadah B nilai abrasi 15,4 persen dan pasir sungai (Sungai Awang Bangkal atau Sungai Rantau atau Sungai Pengaron atau Sungai Barito). Proporsi agregat didapat yaitu fraksi agregat kasar 18,0 persen, fraksi agregat medium 40,0 persen, fraksi agregat halus 30,0 persen, pasir sungai Awang Bangkal 10 persen, *filler* menggunakan semen Portland 2,0 persen. Kadar aspal optimum sebesar 5,7%. Karakteristik Marshall dalam campuran semua memenuhi kriteria persyaratan campuran Laston permukaan (*asphaltic concrete-wearing course/AC-WC*) gradasi kasar, (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010).
2. Dari hasil analisis saringan didapat modulus halus butir pasir sungai bervariasi yang terendah pasir Sungai Barito sebesar 2,58 dan tertinggi pasir Sungai Rantau sebesar 3,71. Nilai modulus halus butir semakin besar berarti semakin kasar. Kekasaran pasir sungai akan berpengaruh terhadap gradasi agregat gabungan dan selanjutnya akan mempengaruhi karakteristik campuran.
3. Hubungan berat jenis pasir dengan kepadatan campuran. Nilai berat jenis pasir terendah adalah pasir Sungai Awang Bangkal sebesar $2,375 \text{ g/cm}^3$ dan tertinggi pasir sungai Barito sebesar $2,589 \text{ g/cm}^3$. Kepadatan campuran tertinggi sebesar $2,338 \text{ g/cm}^3$. Nilai kepadatan dipengaruhi oleh gradasi, kadar aspal, berat jenis agregat dan energi untuk memadatkan. Nilai kepadatan campuran akan berpengaruh terhadap nilai rongga dalam campuran (VIM). Semakin tinggi kepadatan (*density*) maka nilai VIM lebih rendah. Nilai kepadatan juga berpengaruh

terhadap rongga di antara mineral agregat (VMA). Semakin tinggi kepadatan maka nilai VMA lebih rendah. Nilai VIM dan VMA akan berpengaruh terhadap rongga terisi aspal (VFB). Nilai VIM rendah dengan kepadatan tinggi diperoleh VFB juga tinggi. Campuran beraspal dengan nilai VIM rendah, kepadatan tinggi dan VFB yang tinggi menghasilkan stabilitas dan kelenturan tinggi, sehingga durabilitas tinggi tetapi rentan terhadap deformasi plastis dan *bleeding*.

4. Hubungan berat jenis pasir sungai dengan rongga dalam campuran (VIM) dan rongga di antara mineral agregat (VMA) ditinjau dari rentang kadar aspal yang memenuhi syarat kriteria campuran, kepadatan tinggi nilai rongga dalam campuran maupun rongga di antara mineral agregat rendah. Nilai VIM maupun VMA dipengaruhi juga oleh gradasi agregat gabungan dimana penggunaan pasir sungai sebagai agregat halus dengan variasi modulus halus butir (MHB), semakin halus nilai MHB didapat VIM maupun VMA semakin kecil. Nilai VIM pada kadar aspal optimum dengan pengujian Marshall standar terendah sebesar 3,9% dan tertinggi 4,7%, syarat spesifikasi 3,5% s/d 5,5% dengan demikian masih memenuhi syarat, nilai VIM mendekati batas atas dikarenakan gradasi agregat gabungan pada butir lolos saringan No.100 rendah mendekati batas bawah gradasi, sehingga didapat nilai VMA yang lebih besar.
5. Hubungan berat jenis pasir sungai dengan rongga terisi aspal (VFB) pada rentang kadar aspal nilai VFB koefisien korelasi rendah sehingga tidak signifikan berarti pengaruhnya lemah. Nilai VFB terendah sebesar 68,0% dan tertinggi 71,0% telah memenuhi syarat batas minimum sebesar 65,0%. Ditinjau dari grafik hubungan kadar aspal dengan VMA kadar aspal optimum 5,6% berada di sebelah kanan nilai VMA terendah sehingga campuran kondisi basah artinya kadar aspal cukup untuk menyelimuti permukaan agregat. Selimut aspal yang menutup permukaan agregat dinyatakan dengan tebal film aspal. Tebal film aspal terendah 7,76 μm dan tertinggi 9,23 μm syarat spesifikasi 7,50 μm .
6. Hubungan berat jenis pasir sungai dengan penyerapan aspal dan kadar aspal efektif adalah berat jenis pasir lebih besar penyerapan aspal terhadap total agregat semakin kecil, sehingga kadar aspal efektif semakin besar. Kadar aspal efektif (pada kadar aspal optimum) terendah 4,26% dan tertinggi 4,9% batas minimum spesifikasi

- 4,30%. Kadar aspal efektif dipengaruhi oleh besarnya penyerapan aspal oleh porositas batuan digunakan sebagai agregat. Berat jenis (BJ) agregat yang tinggi porositasnya rendah dan kekerasan batuan tinggi atau abrasi rendah. Penyerapan aspal (absorpsi) tergantung dari nilai BJ *bulk* dan BJ *apparent*.
7. Hubungan berat jenis pasir dengan stabilitas Marshall, kelelahan (*flow*) dan *Marshall quotient* tingkat korelasi sangat rendah tidak signifikan. Nilai stabilitas Marshall pada kadar aspal optimum pada campuran dengan menggunakan batu pecah Gunung Martadah B lebih besar dari 1000 kg. Stabilitas Marshall tertinggi sebesar 1162 kg pada material kombinasi batu pecah Gunung Martadah B dengan pasir Rantau. Nilai stabilitas Marshall, *flow* dan *Marshall quotient* sangat dipengaruhi oleh gradasi agregat, abrasi, kadar aspal dan kepadatan campuran beraspal. Gradasi agregat gabungan dimana penggunaan pasir sungai sebagai agregat halus dengan variasi modulus halus butir (MHB) berpengaruh terhadap stabilitas Marshall. Nilai MHB terendah pasir Sungai Barito dan tertinggi pasir Sungai Rantau. Pengaruh MHB pasir sungai terhadap stabilitas Marshall, nilai MHB semakin rendah didapat nilai stabilitas cenderung menurun tetapi koefisien korelasi rendah.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis penelitian dinyatakan bahwa pasir sungai layak sebagai agregat halus pada Laston permukaan kecuali pasir Sungai Awang Bangkal. Berdasarkan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan pasir sungai sebagai agregat halus dengan proporsi sebesar sepuluh persen terhadap total agregat dikombinasikan dengan batu pecah Gunung Martadah B dan karakteristik Marshall campuran aspal memenuhi syarat spesifikasi Laston permukaan (AC-WC) gradasi kasar, untuk kombinasi dengan batu pecah Gunung Martadah A karakteristik Marshall tidak memenuhi syarat spesifikasi.
2. Berat jenis pasir sungai semakin tinggi karakteristik Marshall semakin baik. Berat jenis pasir semakin besar nilai kepadatan campuran makin besar, sedangkan nilai rongga dalam campuran (VIM), rongga di

antara mineral agregat (VMA) semakin rendah. Nilai rongga terisi aspal (VFB) dan stabilitas meningkat.

3. Pengujian stabilitas Marshall dengan perendaman (*immersion*) selama 24 jam dan suhu 60°C untuk material batu pecah Gunung Martadah B dan pasir sungai pada campuran Laston permukaan (AC-WC) diperoleh nilai stabilitas Marshall sisa lebih besar dari 90 perse memenuhi persyaratan.

Saran

1. Dari hasil penelitian campuran beraspal Laston permukaan (AC-WC) dengan material batu pecah Gunung Martadah A sebagian parameter Marshall tidak memenuhi standar persyaratan spesifikasi umum, maka penanganan disarankan sebagai berikut:
2. Pada campuran beraspal untuk Laston permukaan dengan nilai rongga di antara
3. mineral agregat (VMA) pada kadar aspal optimum di bawah nilai minimum persyaratan spesifikasi umum penanganan merubah gradasi agregat gabungan, dengan cara merubah proporsi campuran sehingga gradasi menjauhi kurva Fuller.
4. Nilai *Marshall quotient* di bawah nilai minimum spesifikasi umum disebabkan oleh nilai abrasi agregat kasar yang tinggi mendekati batas maksimum penanganannya dengan kombinasi atau mencampurkan agregat fraksi kasar, fraksi medium agregat batu pecah Gunung Martadah A dengan agregat fraksi kasar, fraksi medium agregat batu pecah Gunung Martadah B, sehingga diperoleh nilai abrasi yang lebih rendah dan stabilitas Marshall lebih tinggi.
5. Penyerapan aspal melebihi batas maksimum spesifikasi disebabkan oleh berat jenis *bulk* dan berat jenis *apparent* dengan perbedaan yang besar karena penyerapan air pada agregat. Agregat yang abrasi tinggi penyerapan air juga tinggi sehingga penyerapan aspal tinggi mengakibatkan keawetan menjadi lebih rendah. Penanganan seperti point dua yaitu dengan kombinasi atau mencampurkan agregat fraksi kasar, fraksi medium agregat batu pecah Gunung Martadah A dengan agregat fraksi kasar, fraksi medium agregat batu pecah Gunung Martadah B, sehingga diperoleh nilai penyerapan aspal memenuhi persyaratan spesifikasi umum.
6. Penelitian lanjutan pengaruh abrasi pada campuran beraspal terhadap karakteristik Marshall.

7. Penelitian lanjutan pengaruh variasi proporsi pasir sungai sebagai agregat halus dan modulus halus butir terhadap karakteristik Marshall.

7. DAFTAR RUJUKAN

1. AASHTO. 1990. 15 th edition. *Standard Specifications for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing, Parts II, Specifications*, Washington, USA.
2. ASTM. 1988. *Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.03 Road and Paving Material*, Philadelphia, USA.
3. Asphalt Institute, Manual Series No.2 (MS-2). 1984. *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mixs Types*, Asphalt Institut, Kentucky, USA.
4. Afianti H.S. dan Zulkarnain A.M.. 2011. *Pengaruh Penggunaan Variasi Anti Stripping Agent terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC)*, <http://www.jurnal.usu.ac.id/index.php/jts/article/download/1718/967> (diakses 20 April 2014).
5. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. PtT-01-2002-B *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Jakarta.
6. Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Spesikasi Umum*, Jakarta.
7. Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Dep.Kim.Pras.Wil. 2002. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Jakarta.
8. Hardiyanto, Hary Cristiady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
9. Irianto, Agus. 2012. *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi, dan Pengembangannya*, Kencana Predana Media Group, Jakarta.
10. Putrowijoyo, Rian. 2006. *Kajian Laboratorium Sifat Marshall Dan Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland dan Abu Batu Sebagai Filler*, Magister Tesis, UNDIP, Semarang.
11. Rachmad B. dan Machus. 2007. *Penambahan Gilsonite Resin pada Aspal Prima 55 untuk Meningkatkan Kualitas Perkerasan Hot Mix*, Jurnal Aplikasi, Vol.3, No. 1, Agustus, FTSP-ITS Surabaya.
12. Shell. 1995. *The Shell Bitumen Industrial Handbook*, Shell Bitumen, London, UK.
13. Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
14. Yamin, R Anwar. 2002. *Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung.
15. Yamin, R Anwar. 2002. *Penentuan dan Analisa Vometrik Campuran Beraspal dan Konskuensi dari Kesalahannya*, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung.
16. Yamin. R Anwar. 2010. *Bahan Campuran dan Pembuatan JMF Campuran Beraspal Panas*, Bimbingan Teknis, DPU Propinsi Kalimantan Selatan Banjarmasin

@PORTEK 2015@