

Studi Karakteristik Marshall Dengan Menggunakan Material Lokal Desa Etty

N, Paulus¹ dan Dessylina Ijanleba²

¹Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon
Gmail : npaulus@gmail.com

²Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon
Gmail : desslina12@gmail.com

Abstract

Material from the river etty has not been widely known by the general public and is still very poorly used by the community and is only used by the people of etty village as local need such as residential building materials and the construction of etty village road. Though a review that the stock of material in etty river can be used for a needs in large quantities. This research aims to determine the characteristics of Marshall using AC 60/70 concrete asphalt binder using local material Etty village. In term of Marshall stability value, density, flow, void in mix, void in mineral aggregate and void filled bitumen. This research using a hot mix by Marshall method consisting of 6 variants, each of 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5% with 2 sample specimens. Marshall characteristics test result with mean values Marshall stability 1243,69 kg, density 2,27%, flow 5,35 mm, void in mix 5,96%, void in mial aggregate 15,77% and void filled bitumen 79,89%. Optimum asphalt content to be used as concrete asphalt mixture using pertamina asphalt and etty village aggregate is optimum asphalt content of 6,5%.

Key words : Aggregate, Asphalt, Marshall characteristics

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat, kegunaannya dirasakan semakin penting untuk menunjang peningkatan perekonomian, informasi, sosial, budaya, dan ketahanan nasional. Pembangunan jalan yang dilaksanakan pada masa sekarang dihadapkan pada penyempurnaan kualitas. Perkembangan penelitian tentang bahan konstruksi perkerasan jalan khususnya perkerasan lentur (*flexible pavement*) diarahkan pada usaha pemanfaatan material setempat dan disesuaikan dengan kondisi daerah dimana konstruksi perkerasan akan dilaksanakan. Selain mutu yang diharapkan pada pemilihan agregat, perlu juga diperhatikan jumlah cadangan yang tersedia. Quarry Kali Etty adalah satu quarry di Kabupaten Seram Bagian Barat yang terletak di Desa Etty. Secara umum, material dari quarry Kali Etty belum banyak diketahui oleh masyarakat umum dan masih sangat minim penggunaannya oleh masyarakat dan hanya digunakan oleh masyarakat Desa Etty sebagai kebutuhan local seperti bahan bangunan rumah tinggal dan pembangunan jalan Desa Etty. Padahal tinjauan yang dilakukan bahwa stok material yang ada di quarry Kali Etty dapat dipakai untuk kebutuhan dalam jumlah banyak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir, kerikil, atau mineral lainnya, baik yang berasal

dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen (Sukirman, 2003). Agregat terdiri dari pasir, batu pecah, slag atau mineral lain dari bahan mineral alami atau buatan. Material agregat yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan tugas utamanya untuk menahan beban lalu lintas. (Sukirman, 2003).

Laston (lapisan aspal beton) adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama *Asphalt Concrete* (AC). Tebal nominal minimum AC-WC adalah 4 cm. Lapisan Beton Aspal (AC-WC) adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural, dimana campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Sifat Agregat Sebagai Material Perkerasan Jalan

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat dipergunakan sebagai material perkerasan jalan (Saodang, 2005).

Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan

dibawahnya. Beberapa sifat karakteristik agregat yang perlu ditinjau dalam perencanaan perkerasan adalah ukuran dan gradasi, daya tahan agregat, bentuk dan tekstur agregat, daya lekat aspal terhadap agregat, kebersihan penyerapan, berat jenis dan analisa saringan.

Table 2.2 Ukuran Butir Agregat

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Ukuran Saringan	Bukaan (mm)
4 inci	100	3/8 inci	9.5
3 ½ inci	90	No.4	4.75
3 inci	75	No.8	2.36
2 ½ inci	63	No.16	1.18
2 inci	50	No.30	0.6
1½ inci	37.5	No.50	0.3
1 inci	25	No.100	0.15
¾	19	No.200	0.075

Sumber : SNI 03-1968-1990

2.2. Aspal

Aspal adalah bahan yang bersifat melekat (*adhesive*) berwarna coklat gelap sampai hitam, tahan terhadap air. Aspal sering juga disebut bitumen yang merupakan bahan pengikat pada campuran aspal yang dimanfaatkan sebagai lapis perkerasan lentur. Aspal berasal dari alam atau dari pengolahan minyak bumi (Hardiyatmo, 2011)

Tabel 2.1 Spesifikasi pengujian bahan aspal pertamina

No	Jenis Pengujian	Metode	Spek
1	Penetrasi	SNI 2456:2011	60-79
2	Titik Lembek	SNI 2434:2011	48-58
3	Daktilitas	SNI 2432:2011	Min 100
4	Berat Jenis	SNI 2441:2011	Min 1,0

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010

2.3. Sifat Volumetrik Dari Campuran Beton AC-WC Yang dipadatkan

Beton aspal dibentuk dari agregat aspal dan atau tanpa bahan tambahan yang dicampur secara merata atau homogeny di instalasi pencampuran pada suhu tertentu. Campuran ini kemudian dihamparkan dan dipadatkan sehingga berbentuk beton aspal padat. Secara analitis dapat ditentukan sifat volumetric dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan dilaboratorium maupun dilapangan. Parameter yang biasa dilakukan adalah : VIM (*Void in mix*), VMA (*Void in the mineral aggregate*), VFB (*Void filled bitumen*).

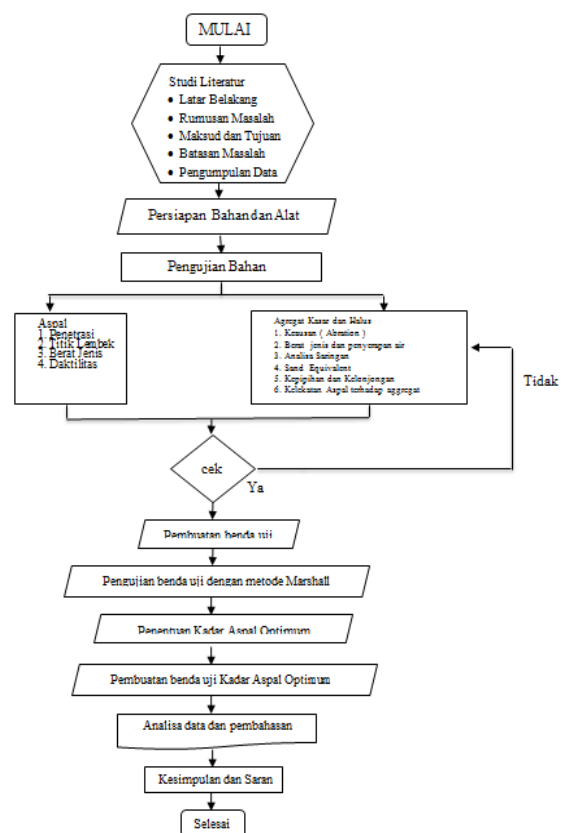
2.4. Metode Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall dan telah distandarisasi oleh SNI melalui modifikasi yaitu SNI 06-2489-1991. Prinsip dasar metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan serta analisis

kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (Cincin Penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flow meter* inci (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci. prosedur mengikuti SNI 06-2489-1991. Benda uji berbentuk silinder dengan berdiameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di Laboratorium dalam cetakan benda uji dengan mempergunakan penumbuk dengan berat 10 pound dan tinggi jatuh 18 inci dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Kristen Indonesia Maluku selama 2 bulan yaitu bulan September-Oktober.

3.3. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah pengujian Laboratorium dan desain penelitian meliputi : Persiapan bahan, pengujian bahan (Agg Kasar, halus dan aspal), perancangan gradasi agregat sesuai spesifikasi, penentuan Kadar aspal efektif,

pencampuran dengan agregat, pembuatan benda uji atau bricket, pengujian Marshall dan parameter Marshall, *Design mix formula*, dan kesimpulan dan saran.

3.4. Pengumpulan Data dan Analisa Data

Pengumpulan data menggunakan teknik pengumpulan data sekunder (Peta Lokasi dan Dokumentasi) data primer (jumlah agregat di kali etty). analisa data dalam penelitian ini menggunakan spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 meliputi : pengujian agregat, pengujian karakteristik aspal, pengujian Marshall.

3.5. Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu agg kasar, agg halus, dan bahan pengkita (aspal) sedangkan alat yaitu alat uji pemeriksaan aspal, alat uji pemeriksaan Marshall dan alat uji karakteristik campuran agregat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Agregat

Tabel 4.1 Karakteristik Agregat

No	Karakteristik	Metode Penelitian	Sat	Hasil	Spek
Batu Pecah 10-20 mm					
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	%		Lampiran
2	Keausan	SNI 02-2417-1991	%	25	Maks 4,0
3	Berat Jenis BULK	SNI 03-1968-1990		2,50	Min 2,5
4	Berat Jenis SSD	SNI 03-1968-1990		2,56	Min 2,5
5	Berat Jenis Semu	SNI 03-1968-1990		2,65	Min 2,5
6	Penyerapan	SNI 03-1968-1990	%	2,20	Maks 3
7	Kelekatan Agregat	SNI 03-2439-1991	%	100	Min 95
Batu Pecah 5-10 mm					
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	%		Lampiran
2	Berat Jenis BULK	SNI 03-1968-1990		2,52	Min 2,5
3	Berat Jenis SSD	SNI 03-1968-1990		2,58	Min 2,5
4	Berat Jenis Semu	SNI 03-1968-1990	%	2,67	Min 2,5
5	Penyerapan	SNI 03-1968-1990	%	2,24	Maks 3
Pasir					
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	%		Lampiran
2	Berat Jenis BULK	SNI 03-1969-1990		2,44	Min 2,5
3	Berat Jenis SSD	SNI 03-1969-1990		2,50	Min 2,5
4	Berat Jenis Semu	SNI 03-1969-1990		2,59	Min 2,5
5	Penyerapan	SNI 03-1969-1990	%	2,35	Maks 3
6	Sand Equivalen	SNI 03-1969-1990	%	89,74	Min 50
Abu Batu					
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	%		Lampiran
2	Berat Jenis BULK	SNI 03-1969-1990		2,35	Min 2,5
3	Berat Jenis SSD	SNI 03-1969-1990		2,41	Min 2,5
4	Berat Jenis Semu	SNI 03-1969-1990		2,49	Min 2,5
5	Penyerapan	SNI 03-1969-1990	%	2,47	Maks 3

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil pengujian agregat diketahui bahwa untuk batu pecah 10-20 dan 0,5-10 cm untuk setiap item pengujian memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan oleh Bina Marga 2010 revisi 3. sedangkan untuk agregat halus pasir dan abu batu ada yang tidak memenuhi spesifikasi. Dapat dilihat pada table diatas.

4.2. Hasil Pengujian Aspal

Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan aspal

No.	Karakteristik	Metode pengujian	Sat.	Hasil	Spek
1	Penetrasi (25°C, 5 dtk, 100 gr)	SNI 2456 : 2011	0,1mm	78,4	60-79
2	Titik lemek	SNI 2434 : 2011	°C	48	48-58
3	Berat jenis (25°C)	SNI 2441: 2011	-	1,246	Min 1,0
4	Daktilitas (25°C)	SNI 2432 : 2011	Cm	130	Min 100

Sumber : Hasil analisa

Dari table diatas dilihat bahwa pemeriksas aspal penetrasi 60/70 memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan.

4.3. Hasil Pengujian Marshall Kepadatan (Density)

Tabel 4.3 Hasil pengujian kepadatan

Notasi	Benda Uji	Kadar Aspal	Nilai Density
		(%)	(gr/cc)
I	1	5	2.25
	2	5	2.27
	Rata-rata		2.26
II	1	5,5	2.26
	2	5,5	2.27
	Rata-rata		2.27
III	1	6	2.27
	2	6	2.27
	Rata-rata		2.27
IV	1	6,5	2.28
	2	6,5	2.27
	Rata-rata		2.27
V	1	7	2.27
	2	7	2.27
	Rata-rata		2.27
VI	1	7,5	2.28
	2	7,5	2.3
	Rata-rata		2.29

Sumber : Hasil Analisa

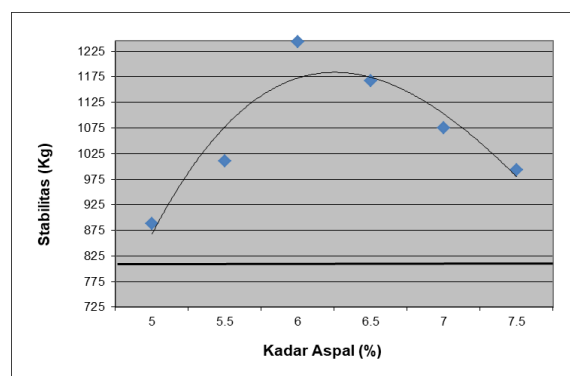
Berdasarkan table diatas kadar aspal 5% yaitu dengan nilai rerata 2,26%. Nilai *density* mengalami kenaikan yaitu pada kadar aspal 5,5% yaitu 2,27% sampai pada kadar aspal 7%, pada kadar aspal 7,5% mengalami kenaikan yaitu 2,29% yang paling tertinggi.

4.4. Stabilitas

Tabel 4.4 Hasil pengujian Stabilitas

Notasi	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Nilai stabilitas (kg)
I	1	5	996.17
	2	5	779.12
	Rata-rata		887.64
II	1	5.5	831.67
	2	5.5	1188.10
	Rata-rata		1009.88
III	1	6	1180.48
	2	6	1306.91
	Rata-rata		1243.69
IV	1	6.5	1066.24
	2	6.5	1267.30
	Rata-rata		1166.77
V	1	7	987.03
	2	7	1162.20
	Rata-rata		1074.62
VI	1	7.5	955.05
	2	7.5	1029.68
	Rata-rata		992,36

Sumber : Hasil analisa



Sumber : Hasil analisa

Dari gambar 4.1 hubungan stabilitas dan kadar aspal di atas, nilai stabilitas Marshall Optimum tercapai

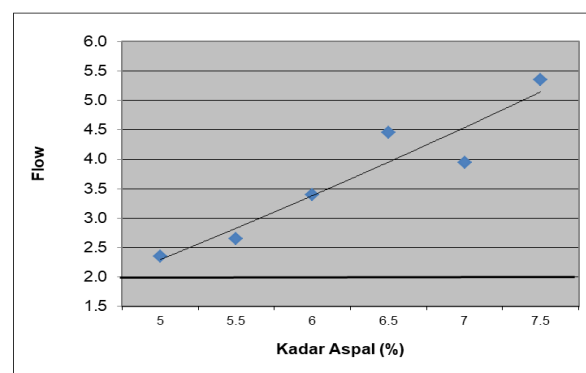
pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 6.0% dengan hasil rata-rata nilai stabilitas sebesar 1243.69 kg. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga Revisi 3 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai stabilitas minimum untuk lalu lintas sedang yaitu 800 kg, sehingga semua kadar aspal yang digunakan dalam penelitian skripsi ini memenuhi persyaratan.

4.5. Kelelahan (flow)

Tabel 4.5 Hasil pengujian Kelelahan

Notasi	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Nilai Flow (mm)
		(%)	(mm)
I	1	5	2.1
	2	5	2.6
	Rata-rata		2.35
II	1	5.5	2.5
	2	5.5	2.8
	Rata-rata		2.65
III	1	6	2.7
	2	6	4.1
	Rata-rata		3.4
IV	1	6.5	4.8
	2	6.5	4.1
	Rata-rata		4.45
V	1	7	4.5
	2	7	3.4
	Rata-rata		3.95
VI	1	7.5	4
	2	7.5	6.7
	Rata-rata		5.35

Sumber : Hasil analisa



Sumber : Hasil analisa

Pada penambahan kadar aspal 5% sampai 7,5% nilai *flow* mengalami peningkatan berturut-turut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar aspal yang digunakan maka nilai *flow* semakin

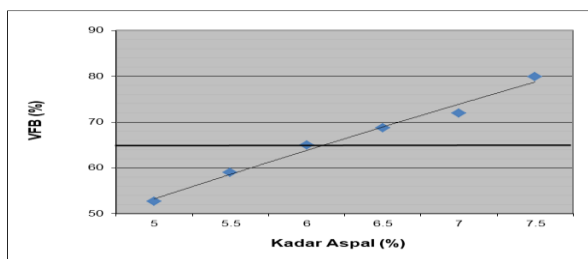
meningkat. Dari besarnya nilai *flow* tertinggi terdapat pada kadar aspal 7,5% dengan rerata sebesar 5,35 mm.

4.6. VFB (*void filled bitumen*)

Tabel 4.6 Hasil Pengujian VFB

Notasi	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Nilai VFB (%)
I	1	5	51.01
	2	5	54.31
	Rata-rata		52.66
II	1	5.5	58.39
	2	5.5	59.63
	Rata-rata		59.01
III	1	6	64.45
	2	6	65.61
	Rata-rata		65.03
IV	1	6.5	69.28
	2	6.5	68.20
	Rata-rata		68.74
V	1	7	71.93
	2	7	72.04
	Rata-rata		71.99
VI	1	7.5	77.16
	2	7.5	82.57
	Rata-rata		79.86

Sumber : Hasil analisa



Sumber : Hasil analisa

Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) pada kadar aspal 5% sebesar 52,66, pada setiap penambahan kadar aspal nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) mengalami

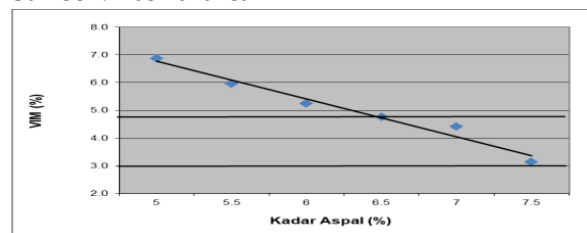
peningkatan berturut-turut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar aspal . nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) semakin besar.

4.7. VIM (*void in mineral*)

Table 4.7 Hasil Pengujian VIM

Notasi	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Nilai VIM (%)
I	1	5	7.29
	2	5	6.45
	Rata-rata		6.87
II	1	5.5	6.11
	2	5.5	5.82
	Rata-rata		5.96
III	1	6	5.37
	2	6	5.12
	Rata-rata		5.24
IV	1	6.5	4.64
	2	6.5	4.87
	Rata-rata		4.75
V	1	7	4.43
	2	7	4.41
	Rata-rata		4.42
VI	1	7.5	3.64
	2	7.5	2.63
	Rata-rata		3.14

Sumber : Hasil analisa



Sumber : Hasil analisa

Dari gambar diatas diperoleh nilai VIM (*Void in Mix*) pada kadar aspal 5% dengan nilai rerata 6,87% . pada setiap penambahan kadar aspal nilai VIM (*Void*

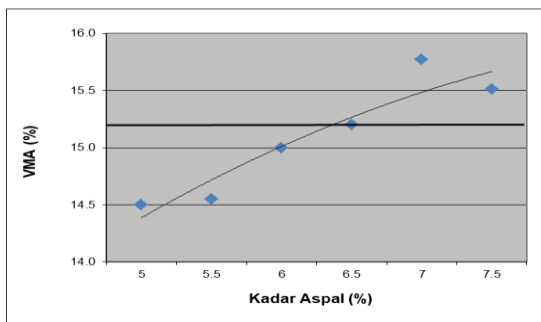
in Mix) mengalami penurunan . sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar aspal maka nilai VIM (Void in Mix) semakin kecil. Dari gambar diatas nilai VIM (Void in Mix) tertinggi pada kadar aspal 5%.

4.8. VMA (Void in the mineral aggregate)

Tabel 4.8 Hasil pengujian VMA

Notasi	Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Nilai VMA (%)
I	1	5	14.89
	2	5	14.11
	Rata-rata		14.5
II	1	5.5	14.68
	2	5.5	14.42
	Rata-rata		14.55
III	1	6	15.11
	2	6	14.88
	Rata-rata		15
IV	1	6.5	15.1
	2	6.5	15.3
	Rata-rata		15.2
V	1	7	15.78
	2	7	15.76
	Rata-rata		15.77
VI	1	7.5	15.96
	2	7.5	15.7
	Rata-rata		15.51

Sumber: Hasil analisa



Sumber : Hasil analisa

Dari gambar diatas nilai VMA (Void In Mineral Aggregate) pada kadar aspal 5% dengan rerata 14,50% , pada penambahan dari 5% sampai 7% mengalami kenaikan dan pada kadar aspal 7,5% mengalami penurunan yaitu 15,51% .

4.9. Penentuan Kadar aspal optimum

SIFAT-SIFAT CAMPURAN ASPAL	KADAR ASPAL (%)							Spesifikasi	
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5		Min	Max
Rongga Dalam Campuran atau VIM (%)								3	6,0
Rongga Dalam Mineral Aggregate atau								15	-
Rongga Terisi Aspal atau FVB (%)								65	-
Stabilitas Marshall (KG)								800	-
Kelelahan atau Flow (mm)								2	-
Marshall Qoutient (Kg/mm)								200	-
Interposisi Rentang Kadar Aspal yang memenuhi semua persyaratan			6		7				
Kadar Aspal Optimum %				6,5					

Sumber : Hasil analisa

- Nilai VIM memenuhi syarat pada kadar aspal 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, 7.5%
- Nilai VFB memenuhi syarat pada kadar aspal 6%, 6.5%, 7%, 7.5%
- Nilai VMA yang memenuhi syarat yaitu 6%, 6.5%, 7%, 7.5%
- Kadar Aspal 5% sampai 7.5% memenuhi nilai stabilitas
- Pada kadar aspal 5% sampai 7.5% memenuhi nilai Flow yang ditentukan
- Pada Nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) 6.5% memenuhi semua persyaratan VIM, VMA, VFB, Stabilitas, dan Flow

Hasil pengujian Marshall terhadap campuran beton aspal panas yaitu nilai kepadatan (*density*), stabilitas (*stability*), VMA (Void In Mineral aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), VIM (Void In The Mix) dan kelelahan (*Flow*) pada benda uji masing-masing kadar aspal 2 buah benda uji. Untuk mendapatkan nilai karakteristik aspal yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3, maka perlu dicari kadar aspal optimum ditentukan dengan cara percobaan pengujian marshall dengan variasi kadar aspal 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, 7.5%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis data yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Karakteristik agregat kasar dan agregat halus memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga untuk digunakan pada campuran beton aspal (AC-WC).
2. Karakteristik Marshall pada kadar aspal optimum 6,5% yaitu nilai *Density* 2,27 gr/cc, VMA 15,77 gr/cc, VFB 79,89 gr/cc, VIM 5,96 %, Stabilitas 1243,69 kg dan *Flow* 5,35 mm memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.
3. Kadar Aspal Optimum untuk digunakan sebagai campuran aspal beton dengan menggunakan aspal Pertamina dan agregat Desa Etty adalah kadar aspal optimum 6,5 %. Agregat dari Desa Etty dapat dipakai sebagai bahan campuran beraspal AC-WC karena memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat disarankan, adalah sebagai berikut :

1. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang “Studi Karakteristik Marshall Dengan Menggunakan Material Lokal Desa Etty” dengan komposisi campuran yang berbeda.
2. Diperlukan penelitian untuk jenis konstruksi perkerasan jalan yang lain dengan menggunakan bahan pengikat aspal AC 60/70 dan material lokal Desa Etty lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. Revisi 3, *Spesifikasi Teknik*.

Hamirhan Saodang, 2005. *Perancangan Perkerasan Jalan*. Buku 2, Penerbit Nova, Bandung.

Hary Christady Hardiyatmo, 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan Penyeledikan Jalan*. Penerbit Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta.

SNI 03-2417-1991. *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-2439-1991. *Uji Kelekatan Agregat Terhadap Aspal*: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-6877-2002. *Uji Angularitas Agregat Halus Dan Kasar*: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-1969-1990. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar*: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-1970-1990. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 2456:2011. *Cara Uji Penetrasi Aspal*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2432:2011. *Cara Uji Daktilitas Aspal*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2441:2011. *Cara Uji Berat Jenis Aspal*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2433:2011. *Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2434:2011. *Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin Dan Bola (ring and ball)*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.

RSNI M-01-2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*: Badan Standarisasi Nasional.

Sukirman, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit