

Karakteristik Campuran AC-BASE yang Menggunakan Agregat Sungai Seriti Kabupaten Luwu

Fretty Sumbung Parerung^{*1}, Robert Mangontan^{*2}, Alpius^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia PauIus, Makassar, Indonesia frettysparerung598@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia PauIus, Makassar, Indonesia robert_mangontan@ukipaulus.ac.id dan alpiusnini@gmail.com

Corresponding Author: alpiusnini@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini mengetahui karakteristik campuran AC-Base yang menggunakan aggregate dari Sungai Seriti Kabupaten Luwu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Marshall Konvensional untuk menguji karakteristik campuran dan *Marshall Immersion* untuk mengetahui ketahanan campuran terhadap cuaca dan iklim. Hasil pengujian karakteristik agregat dari Sungai Seriti memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk digunakan sebagai Bahan Campuran AC-Base dengan kombinasi aspal penetrasi 60/70 dan *filler* dari semen. Karakteristik campuran dengan komposisi campuran agregat kasar 53,21%, agregat halus 36,75%, Filler 4,54% serta kadar aspal 4.5% sampai dengan 6.5% semua variable dari karakteristik campuran memenuhi persyaratan. Hasil pengujian Stabilitas Marshall Sisa, campuran AC-base yang menggunakan agregat dari Sungai Seriti mempunyai ketahanan yang baik terhadap cuaca serta perendaman terhadap air selama 24 jam.

Kata kunci : AC-Base, Agregate, Marshal test, Ketahanan Agregat.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the characteristics of the AC-Base mixture using aggregate from the Seriti River, Luwu Regency. The method used in this research is the Conventional Marshall Method to test the characteristics of the mixture and Marshall Immersion to determine the resistance of the mixture to weather and climate. The test results of Aggregate Characteristics from the Seriti River meet the requirements of the 2018 Bina Marga Specification to be used as an AC-Base Mixture with a combination of 60/70 penetration Asphalt and cement filler. The characteristics of the mixture with the composition of the mixture of coarse aggregate 53.21%, fine aggregate 36.75%, filler 4.54% and asphalt content of 4.5% to 6.5% all variables of the characteristics of the mixture meet the requirements. The results of the Marshall Residual Stability test, the AC-base mixture using Aggregate from the Seriti River has good resistance to weather and immersion in water for 24 hours.

Keywords: AC-Base, Aggregate, Marshal test, Aggregate Resistance.

PENDAHULUAN

Pembangunan prasarana transportasi jalan baik di dalam kota maupun di luar kota mengakibatkan meningkatnya kebutuhan penggunaan agregat. Untuk memenuhi kebutuhan agregat untuk prasarana transportasi maka perlu memanfaatkan sumber daya alam yang ada di sekitar lokasi seoptimal mungkin [1].

Semakin banyak penggunaan agregat pada lapis perkerasan jalan maka biaya yang diperlukan banyak biaya untuk pembangunan maupun pemeliharaan jalan. Agregat harus cukup kuat untuk menahan beban kendaraan yang diterimanya. Mengingat jalan yang ada pada umumnya sebelum mencapai umur rencana telah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh beban kendaraan, air, pelaksanaan konstruksi yang tidak sesuai spesifikasi dan lain sebagainya. Oleh karena itu cepat mengalami kerusakan dan memerlukan perbaikan-perbaikan pada lapis permukaan, demikian pula jalan baru [2].

Pada penelitian ini batu dari sungai Seriti akan diuji untuk penggunaan sebagai bahan Campuran AC-Base. Lapis Aspal Beton (Laston) yang biasa disebut *Asphalt Concrete* (AC) adalah salah satu campuran aspal panas yang digunakan sebagai lapisan permukaan jalan. Laston terdiri dari tiga jenis yaitu lapisan aus (AC-WC), lapis antara (AC-BC) dan lapis pondasi (AC-Base) dimana Laston cocok digunakan untuk lalu lintas harian yang tinggi dan mempunyai durabilitas yang tinggi serta baik digunakan untuk pembuatan jalan baru [3]-[4]. Pada pengujian ini akan diuji terhadap material yang digunakan, karakteristik campuran dan ketahanan terhadap cuaca.

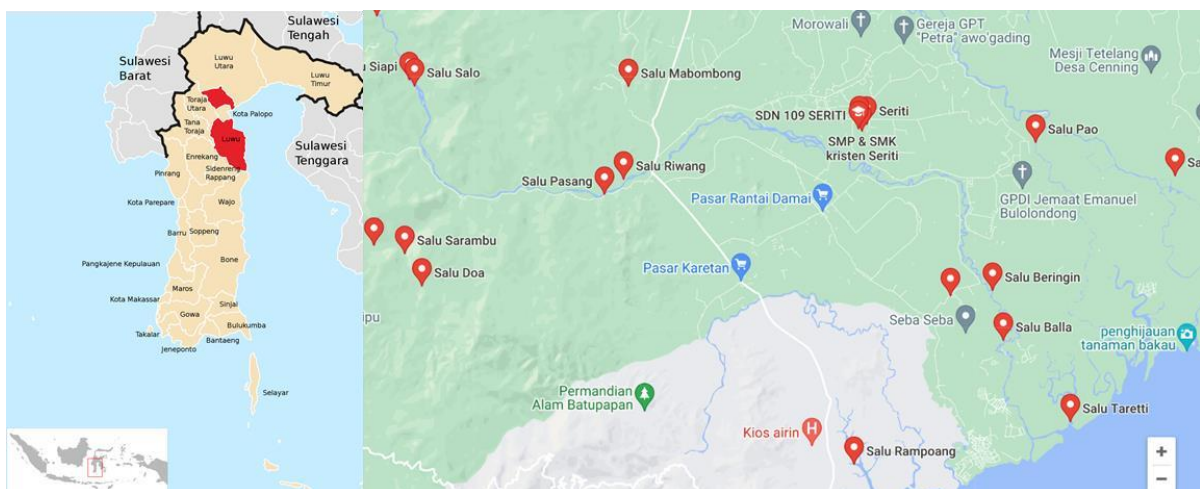
Penelitian terhadap penggunaan material lokal telah banyak dilakukan diantaranya Durabilitas Campuran AC-BC yang Menggunakan Batu Gunung Baba Kabupaten Tana Toraja [5]. Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso pada Campuran AC-Base [6]. Pemanfaatan Batu Gunung Posi'padang Balla Kabupaten Mamasa Sebagai Campuran AC-BC [7]. Pemanfaatan Batu Sungai Sa'dan Toraja Utara Sebagai Campuran *Stone Matrix Asphalt* Halus [8]. Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Yang Menggunakan Sungai Bittuang [9]. Pengaruh Suhu Pemadatan Campuran Untuk Perkerasan Lapis Antara (AC-BC) [10]. Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka' dalam Campuran AC-BC [11].

Tujuan Penelitian ini mengetahui karakteristik campuran AC-Base yang menggunakan aggregate dari Sungai Seriti Kabupaten Luwu. Spesifikasi yang digunakan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 [12].

METODOLOGI

1. Lokasi Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material di Sungai Seriti di Sungai Seriti, Kecamatan Lamasi Timur, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan. Material dalam bentuk bongkahan diameter 10-15 cm. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material

2. Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan material dilakukan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan 2018 Divisi 6. persyaratan pengujian karakteristik agregat dan karakteristik aspal dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pedoman karakteristik agregat

Karakteristik	Pedoman
Analisa Saringan	SNi ASTM C136 2012
Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar	SNi 1969 : 2016
Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus	SNi 1970 : 2016
Nilai Setara Pasir	SNi 03 4428 1997
Keausan	SNi 2417 2008
Partikel Pipih dan Ionjong	ASTM D 4791 10
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNi 2439 2011

Tabel 2. Pedoman karakteristik aspal

Karakteristik	Pedoman
Penetrasi pada 25° C	SNi 2456 : 2011
Titik Nyala	SNi 2433 : 2011
Titik Lembek Aspal dan Ter	SNi 2434 : 2011
Berat Jenis	SNi 2441 : 2011
Daktilitas pada 25° C	SNi 2432 : 2011
Berat yang Hilang	SNi 06 2441 1991

3. Rancangan Campuran untuk AC- BASE

Perancangan campuran dapat dilihat berdasarkan pada ukuran campuran agregat yang telah dipilih seperti ukuran gradasi agregat ideal. Berdasarkan ukuran agregat terdiri atas 3 fraksi yaitu diantaranya: agregat kasar, agregat halus, dan *filler* yang mengacu pada Standar Bina Marga pada tabel berikut :

Tabel 3. Rancangan campuran

Ukuran ayakan (mm)	% Berat yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran	
	Spesifikasi Gradasi	Rancangan Gradasi Campuran
1½	100	100
1	90 – 100	95
¾	76 – 90	83
½	60 – 78	69
⅜	52 – 71	61,5
4	35 – 54	44,5
8	23 – 41	32
16	13 – 30	21,5
30	10 – 22	16
50	6 – 15	10,5
100	4 – 10	7
200	3 – 7	5

4. Komposisi campuran dan jumlah benda uji

Berikut ini rancangan awal kadar aspal untuk AC-BASE:

Kadar aspal efektif min.	= 0,6 %
Kadar aspal efektif mak	= 1,2 %
Filler	= 5 %
Kadar aspal rancangan maks	= 8,33%
Kadar aspal rancangan min	= 4,17%

Berdasarkan perhitungan kadar aspal diatas maka untuk lapisan AC-BASE maka dapat direncanakan campuran gradasi agregat gabungan agregat, *filler*, dan aspal maka didapatkan tabel komposisi campuran AC -Base beserta dengan Tabel 4 dan jumlah benda uji pada Tabel 5.

Tabel 4. Komposisi campuran AC-BASE

Material	Uk .Saringan	Kadar Aspal				
		4,5 %	5,00 %	5,50 %	6,00 %	6,50 %
Agregat Kasar	1 "					
	¾ "					
	½ "	53,63	53,42	53,21	53,00	52,79
	3/8 "					
	No. 4					
Agregat Halus	No.8					
	No.18					
	No.30	37,25	37,00	36,75	36,50	36,25
	No.50					
	No.100					
	No.200					
Filler		4,63	4,58	4,54	4,50	4,46

Tabel 5. Jumlah benda uji campuran

Kadar Aspal	Marshall Konvensional	Marshall Immertion
4,50 %	3	
5,00 %	3	
5,50 %	3	3
6,00 %	3	
6,50 %	3	

5. Pengujian Marshall Konvensional

Dalam Pengujian Marshall Konvensional terdapat 3 tahap yang dapat dilakukan yaitu pengukuran berat jenis, pengukuran stabilitas dan aliran pengukuran analisis kepadatan dan rongga. Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan pengujian seperti membersihkan dari kotoran organik, minyak, kertas dan sebagainya dan pada setiap sampel yang diuji harus diberikan kode agar dapat mengetahui perbedaan setiap sampel.

6. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Setelah menghitung hasil uji Marshall konvensional, tentukan kadar aspal yang optimal dengan menginputkan data thermal mixing table rancangan metode Marshall untuk mengetahui nilai kestabilan, laju alir, berat jenis pencampuran dan berat jenis agregat. Agar tidak terjadi fluktuasi pada kadar aspal yang sesungguhnya perlu menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memiliki nilai stabilitas tinggi.

7. Uji Marshall Immersion

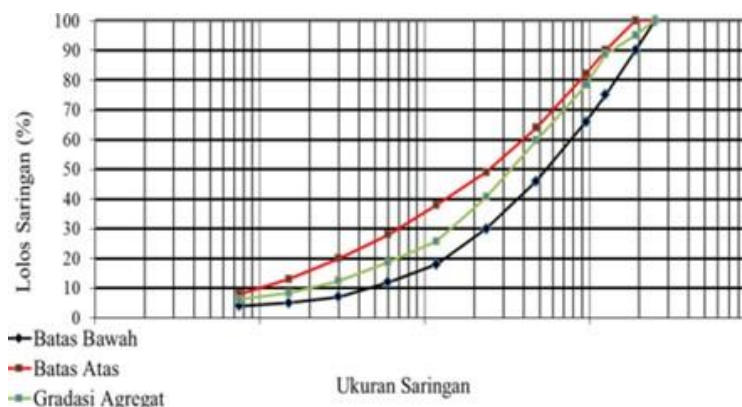
Untuk proses pengujian hamper sama dengan pengujian Marshall konvensional standar, perbedaannya hanya terdapat pada pengujian *marshall immersion* dilakukan perendaman selama 24 jam dengan suhu 60°C. Hasil yang diperoleh rasio kestabilan pengujian ini adalah membandingkan kestabilan sampel uji Marshall setelah direndam dalam penampungan air dalam suhu 60°C selama 24 jam. dengan perendaman 30 menit yang bisa disebut Stabilitas Marshall Sisa (SMS).

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Karakteristik Material

a. Hasil pengujian agregat

Hasil pengujian gradasi agregat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian analisa saringan

Dari grafik diatas didapatkan hasil analisa saringan berupa gradasinya berada diantara batas atas dan batas bawah, dimana gradasi agregat lebih mendekati batas atas yang menunjukkan gradasi agregat lebih halus, sebaliknya apabila dominan ke arah batas bawah berarti agregat yang lolos lebih banyak agregat kasarnya.

Uji material lolos saringan No. 200 memenuhi persyaratan dengan nilai 8.00 dari 10 %. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus diperoleh hasil rata-rata untuk nilai setara dengan pasir adalah 97,56 % dan kadar lumpur 2,44 % lolos syarat Bina Marga 2018. Pengujian Partikel Kepipihan dan Kelonjongan Agregat Kasar telah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu maksimal 10 %. Pemeriksaan kelekatan suatu agregat pada aspal didapatkan telah mencapai 98 % dimana telah memenuhi standar Bina Marga yaitu dengan standar 95%.

b. Karakteristik aspal

Hasil pengujian penetrasi adalah 66,7 % yang telah memenuhi interval yaitu batas 60 % - 70 %. Hasil Pemeriksaan titik leleh aspal didapatkan nilai rata-rata 52,0°C yang memenuhi syarat $\geq 48^\circ \text{C}$. Hasil uji

Titik Nyala dan Titik Bakar didapatkan nilai rata-rata 2900 C telah memenuhi syarat ≥ 2320 C. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Aspal yang telah diperoleh sebesar 1,105 sehingga telah memenuhi standar yaitu $\geq 1,0$. Hasil Pemeriksaan daktilitas yang telah diperoleh sebesar 150 dan telah memenuhi standar yaitu ≥ 100 . Hasil pemeriksaan penetrasi *Thin Film Oven Test* diperoleh sebesar 84,7 % dimana telah memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu ≥ 54 %. Dan untuk hasil pemeriksaan kehilangan berat aspal didapatkan nilai rata-rata 0,434 yang memenuhi syarat $\leq 0,8$. Hasil Perhitungan *Bulk Spesifik Graviy Specific Graviity* Spesimen dibuat dengan kadar aspal AC -BASE adaIah: 4.50 %, 5.00 %, 5.50 %, 6.00 %, 6.50 %. Hasil pengujian *Bulk Spesifik Gravity and Efective Specific Graviity* seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Bulk Spesifik Gravity and Efective Specific Graviity*

Nilai	Kadar Aspal (%)				
	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
Bulk Specific Graviity	2,82	2,83	2,85	2,86	2,88
Bulk Specific Graviity	2,86	2,88	2,89	2,91	2,92

2. Hasil Pengujian Karakteristik Campuran

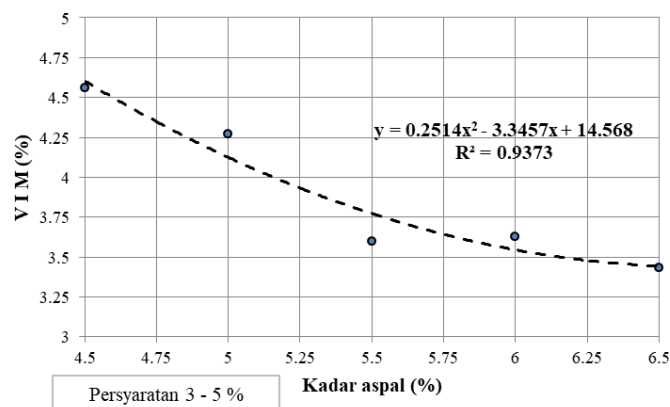
Pengujian karakteristik campuran dilakukan terhadap analisis *Void in Mix* (VIM) dimana batas sesuai dengan spesifikasi adalah 3% - 5%. Pengjian stabilitas dengan persyaratan minimum 800 kg, analisis *Voids Filled with Bitumen* (VFB) dengan persyaratan minimum 65%. Pengujian kelenturan (*flow*) dengan persyaratan minimum 2 mm – 4 mm dan *voids in mineral aggregate* (VMA). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Hasil Pengujian Marshall Konvensional*

Kadar Aspal (%)	VIM(%)	Stabilitas (Kg)	VFB (%)	Flow (mm)	VMA (%)
4.5	4.56	2010.4	68.39	4.1	14.43
5	4.27	2462.3	72.24	3.6	15.39
5.5	3.6	2669.93	75.73	3.4	16.33
6	3.63	2459.5	78.96	3.6	17.25
6.5	3.43	2292.01	81.23	4.3	18.28
Persyaratan	3-5(%)	Min 800 Kg	Min 65%	2-4 mm	Min 14%

a. *Void in Mix* (VIM)

Dari Tabel 5 hasil analisis VIM dibuatkan grafik hubungan dengan penggunaan kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5% didapatkan trend line hubungan antara kadar aspal yang digunakan dengan VIM seperti terlihat pada Gambar 3'.

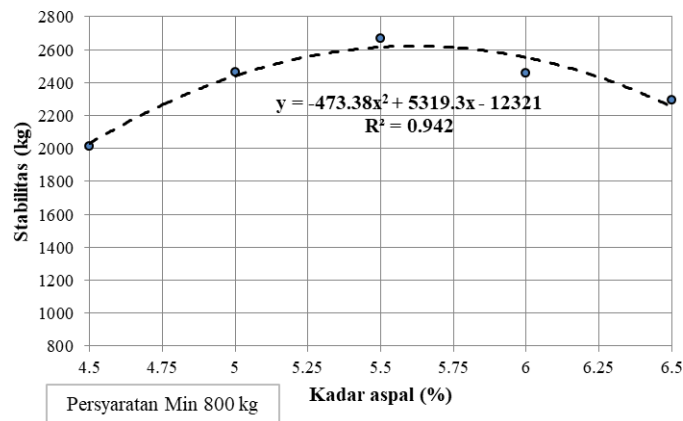


Gambar 3. Hubungan antara kadar aspal dengan Vim

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa penggunaan kadar pada aspal 4,5 % - 6,5 % AC-BASE diperoleh nilai VIM. Pada kadar 4,5 % - 6,5 % mengalami penurunan dari 4,56 % -3,43 % telah lolos persyaratan.

b. Stabilitas

Dari Tabel 5 hasil analisis Stabilitas dibuatkan grafik hubungan dengan penggunaan kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5% didapatkan hubungan antara kadar aspal yang digunakan dengan Stabilitas seperti terlihat pada Gambar 4.

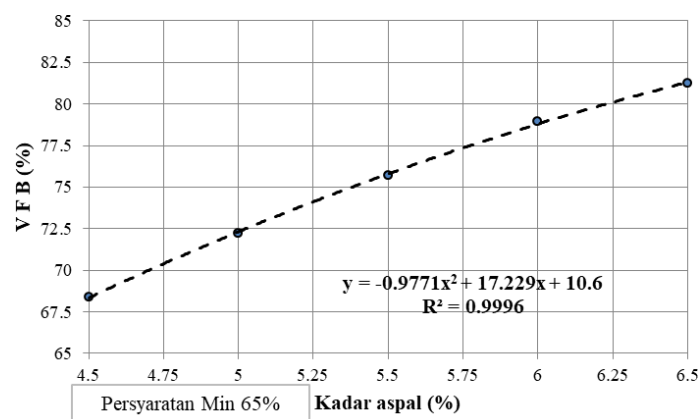


Gambar 4. Hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal

Dari Gambar 4 terlihat penggunaan kadar aspal 4.5% sampai dengan 5.75% stabilitas campuran meningkat sedangkan penambahan kadar aspal sampai dengan 6% stabilitas campuran menurun. Hasil pengujian ini menunjukkan penggunaan kadar aspal 4.5 % sampai dengan 6.5% memenuhi persyaratan spesifikasi.

c. Voids Filled with Bitumen (VFB)

Dari Tabel 5 hasil analisis VFB dibuatkan grafik hubungan dengan penggunaan kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5% didapatkan hubungan antara kadar aspal yang digunakan dengan VFB seperti terlihat pada Gambar 5.

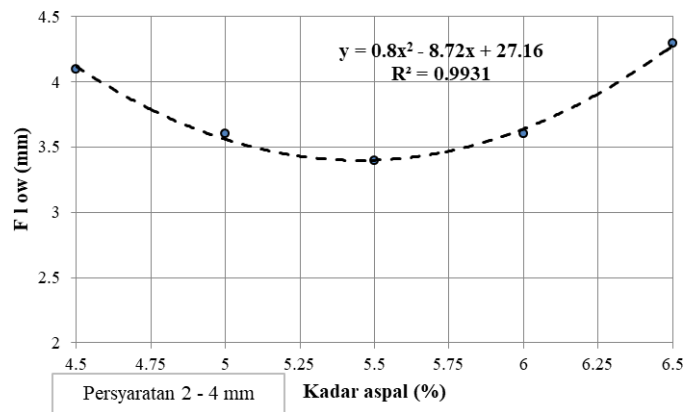


Gambar 5. Hubungan antara VFB dengan kadar aspal

Penggunaan kadar aspal 4.5% nilai VFB adalah 68.39% sedangkan penggunaan kadar aspal sampai dengan 6.5% terjadi peningkatan nilai VFB sampai dengan 81.23%. Nilai VFB sesuai dengan persyaratan spesifikasi adalah minimum 65%.

d. Flow (Kelelehan)

Dari Tabel 5 hasil analisis *flow* dibuatkan grafik hubungan dengan penggunaan kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5% didapatkan hubungan antara kadar aspal yang digunakan dengan *flow* seperti terlihat pada Gambar 6.

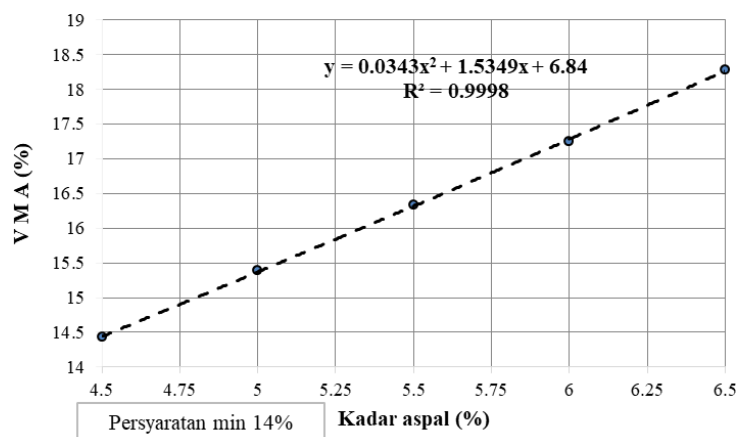


Gambar 6. Grafik hubungan kadar aspal dengan *flow*

Gambar 6 menjelaskan hubungan antara penggunaan kadar aspal dengan nilai *flow* pada campuran aspal. Penggunaan kadar aspal 4.5% nilai *flow* adalah 4.1 mm, penambahan 4.75% sampai dengan 5.5% terjadi penurunan nilai *flow* sampai dengan 3.4 mm. Penambahan selanjutnya yaitu sampai dengan 6.5% nilai *flow* naik sampai dengan 4.4 mm. Hubungan ini menunjukkan kadar aspal dari 4.5% sampai dengan 6.5% memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga.

e. Voids In Mineral Aggregate (VMA).

Dari Tabel 5 hasil analisis VMA dibuatkan grafik hubungan dengan penggunaan kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5% didapatkan trend line hubungan antara kadar aspal yang digunakan dengan VMA seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VMA

Dari Gambar 7 dapat diketahui penggunaan kadar aspal dari 4.5% sampai dengan 6.5% memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga. Dari gambar ini trandline dari hubungan tersebut penggunaan kadar aspal semakin bertambah nilai VMA semakin meningkat.

3. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil pengujian karakteristik campuran, kadar aspal yang digunakan memenuhi persyaratan spesifikasi, namun dalam pemilihan kadar aspal yang optimum digunakan kadar aspal yang mempunyai nilai *flow* yang rendah yaitu 5.5%. Untuk pembuatan benda uji pengujian Stabilitas Marshall Sisa digunakan kadar aspal 5.5%.

4. Stabilitas Marshall Sisa (SMS)

Pada analisis SMS digunakan perbandingan antara hasil pengujian stabilitas Marshall Immersion seperti pada Tabel 6 dengan Stabilitas Marshall Konvensional seperti pada Tabel 5 dalam satuan persen. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel tersebut didapatkan nilai SMS sebesar 97.10% hal ini menunjukkan nilai tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga.

Tabel 6. Hasil pengujian IKS

Kadar Aspal (%)	Nilai Stabilitas		SMS
	Immersion	Konvensional	
5,50	2557,01	2634,49	97,06
5,50	2634,49	2711,98	97,14
5,50	2582,83	2660,32	97,09
Rata-rata	2591,44	2668,93	97,10

KESIMPULAN

Hasil pengujian Karakteristik Agregat dari Sungai Seriti memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk digunakan sebagai Bahan Campuran AC-Base dengan kombinasi Aspal penetrasi 60/70 dan filler dari Semen.

Karakteristik campuran dengan komposisi campuran agregat kasar 53,21%, agregat halus 36,75%, Filler 4,54% serta kadar aspal 4.5% sampai dengan 6.5% semua variabel dari karakteristik campuran memenuhi persyaratan.

Hasil pengujian Stabilitas Marshall Sisa, campuran AC-base yang menggunakan agregat dari Sungai Seriti mempunyai ketahanan yang baik terhadap cuaca serta perendaman terhadap air selama 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Kamba, "Agregat dari Material Lokal," dalam *Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Penyusun Konstruksi)*, Makassar: CV. Tohar Media, 2021, hlm. 35–46.
- [2] R. Rachman, "Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi," dalam *Teknologi Bangunan dan Material*, Makassar: Tohar Media, 2021, hlm. 11–21.
- [3] J. Tandibua, R. Rachman, dan J. Tanijaya, "Study of Laston BC Durability and Permeability Using Coconut Shell Addition Materials," dalam *The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE)*, Bali, Indonesia, 2020, vol. 419. doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012035.

- [4] S. A. Datu, R. Rachman, dan M. Selintung, "The Effect of Additional Sugar Palm Fibers on the Durability of Mixed Laston AC-WC," dalam *The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE)*, Bali, Indonesia, 2020, vol. 419. doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012063.
- [5] C. Pasilaputri, Alpius, dan L. E. Radjawane, "Durabilitas Campuran AC-BC yang Menggunakan Batu Gunung Baba Kabupaten Tana Toraja," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 3, no. 3, Art. no. 3, 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i3.286.
- [6] Irpan, R. Mangontan, dan Alpius, "Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso pada Campuran AC-Base," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, hlm. 58–62, 2020.
- [7] N. A. Salmon, Alpius, dan C. Kamba, "Pemanfaatan Batu Gunung Posi'padang Balla Kabupaten Mamasa Sebagai Campuran AC-BC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 77–84, 2020.
- [8] R. A. Jansen, N. Ali, dan R. Rachman, "Pemanfaatan Batu Sungai Sa'dan Toraja Utara Sebagai Campuran Stone Matrix Asphalt Halus," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 4, hlm. 314–320, 2020.
- [9] N. Sambo, R. Rachman, dan Alpius, "Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Yang Menggunakan Sungai Bittuang," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 3, no. 3, hlm. 330–340, 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i3.283.
- [10] B. Raharjo, P. Pratomo, dan H. Ali, "Pengaruh Suhu Pemadatan Campuran Untuk Perkerasan Lapis Antara (AC-BC)," *JRSDD*, vol. 4, no. 1, hlm. 43–50, 2016.
- [11] G. P. Palimbunga, R. Rachman, dan Alpius, "Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka' dalam Campuran AC-BC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 112–118, 2020.
- [12] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.