

Karakteristik Campuran AC-Base Menggunakan Batu Sungai Bila Kecamatan Pitu Riase Kabupaten Sidrap

Johannes S.Tondok^{*1}, Alpius^{*2}, Ika Apriyani^{*3}

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

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia alpiusnini@gmail.com^{*2} dan apriyani.ika01@gmail.com^{*3}

Corresponding Author: apriyani.ika01@gmail.com

Abstrak

Agregat merupakan salah satu komponen utama yang menentukan kemampuan perkerasan memikul beban lalu lintas, Sungai Bila adalah sungai di Kabupaten Sidrap yang memiliki agregat berupa batu dan pasir sungai, yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat sungai Bila, karakteristik aspal, karakteristik *filler*, serta mengetahui komposisi campuran dan karakteristik campuran AC-Base. Untuk mengetahui maksud dari penelitian ini, dilakukan pemeriksaan dan pengujian di Laboratorium sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018, menggunakan metode *Marshall* Konvensional dan *Marshall Immersion*. Adapun hasil pemeriksaan dan pengujian karakteristik agregat, aspal dan *filler* memenuhi spesifikasi sebagai bahan lapis perkerasan jalan. Melalui rancangan komposisi campuran AC-Base diperoleh agregat kasar 53,42%, agregat halus 37,00%, *filler* 4,58% dengan kadar aspal optimum 5,00%. Karakteristik campuran yaitu nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA dan VFB yang menggunakan metode *marshall* konvensional, dan nilai stabilitas *marshall* sisa dari uji *marshall immersion* memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 yaitu $96,52\% \geq 90,00\%$.

Kata kunci: Karakteristik Bahan, Komposisi Campuran, Pengujian *Marshall*, AC-Base.

Abstract

Aggregate is one of the key components that determine abilities dry carry a load of traffic if it is a river in Sidrap County with aggregates of rock and sand, potentially used as paving materials. The point of this study is to know the characteristics of river aggregate Bila, the characteristics of asphalt, the characteristics of filler, and the composition of the mixture and the AC-Base mixed characteristics. To find out the purpose of this study, conducted examinations and testing in the laboratory according to the general specifications of the 2018 Highways construction maintenance, using conventional marshall and Marshall Immersion methods. As for inspection and testing of aggregate characteristics, asphalt and fillers meet the specifications as paving materials for the road. Throughout AC-Base compound design acquired crude aggregate 53,42%, soft aggregate 37,00%, filler 4,58% with optimum asphalt 5,00%. The mixture characteristics of stability, flow, VIM, VMA, and VFB that use conventional marshall methods, and the marshall stability value are leftover from the test marshall immersion meet general specifications of the 2018 Highways construction maintenance that is $96,52\% \geq 90,00\%$.

Key Words: Characteristic Material, Mixed Composition, Marshall Test, AC-Base.

PENDAHULUAN

Agregat merupakan salah satu komponen utama yang menentukan kemampuan perkerasan memikul beban lalu lintas, agregat merupakan kumpulan batu-batu pecah, kerikil maupun pasir atau mineral lainnya. Dengan maraknya pembangunan infrastruktur jalan di perkotaan dan perdesaan maka perlu memanfaatkan bahan material berupa agregat yang berada di sekitar lokasi pembangunan, agar penggunaannya bisa lebih maksimal dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap material yang berasal dari wilayah luar daerah.

Sungai Bila adalah salah satu sungai di Provinsi Sulawesi Selatan, yang mengalir dari tenggara Pegunungan Botto Tallu Desa Tanatoro Kecamatan Pitu Riase Kabupaten Sidrap pada elevasi ± 2600 Mdpl, sampai bermuara di Danau Tempe Kecamatan Belawa Kabupaten Wajo. Sungai Bila memiliki sumber material berupa agregat sungai, potensi tersebut menjadi salah satu alasan untuk meningkatkan pembangunan prasarana transportasi darat. Keberadaan material pada agregat sungai Bila bisa dimanfaatkan sebagai bahan untuk campuran beraspal lapisan perkerasan jalan.

Untuk mengetahui kualitas agregat batu Sungai Bila sebagai bahan perkerasan jalan maka perlu dilakukan pengujian dan pemeriksaan karakteristik agregat terlebih dahulu sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018, apabila karakteristiknya memenuhi, maka dapat merancang komposisi campuran, kemudian menguji karakteristik campuran dengan menggunakan metode *marshall* konvensional dan *marshall immersion*, untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik campuran sebagai bahan perkerasan jalan khususnya campuran AC-Base.

Campuran AC-Base atau Lapis Pondasi adalah lapisan yang berada di bawah lapis aus dan lapis antara yang berfungsi untuk menahan lapisan di atasnya dan menyebarkan beban ke tanah dasar, sesuai dengan fungsinya maka campuran AC-Base perlu memiliki nilai stabilitas yang tinggi agar mampu menahan beban lapisan di atasnya.

Adapun beberapa penelitian terkait yaitu Studi Karakteristik Campuran AC-Base Menggunakan Batu Gunung Pura Kecamatan Tikala, diperoleh nilai karakteristik campuran memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 dan stabilitas *marshall* sisa dengan kadar aspal optimum 5,5 % [1], Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso Pada Campuran AC-Base, nilai karakteristik campuran AC-Base memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 dan stabilitas *marshall* sisa 98,29% [2], Pemanfaatan Batu Sungai Batupapan Kabupaten Luwu Dalam Campuran Laston Lapis Pondasi, nilai karakteristik campuran dan stabilitas *marshall* sisa memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 dengan kadar aspal optimum 5,0% [3], Pengaruh Penggunaan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran AC-Base, [4], Perkerasan Campuran Aspal Beton AC-Base Dengan Material Lokal Kutai Kartanegara, Syahrul 2012. Hasil pengujian *marshall* dari setiap variasi kadar aspal optimum sebesar 5,0% [5], Karakteristik Campuran AC-Base Dengan Aspal Penetrasi 60/70 dan Penetrasi 80/100[6].

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material ± 300 m dari Bendungan Bila Pitu Riase Kabupaten Sidrap. Jalan menuju lokasi pengambilan material dapat ditempuh menggunakan kendaraan sepeda motor ataupun kendaraan roda empat.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Agregat

2. Perancangan Komposisi Campuran AC-Base

Komposisi agregat untuk campuran menggunakan metode gradasi ideal atau pengambilan nilai tengah antara batas atas gradasi dan batas bawah gradasi dari masing-masing ukuran ayakan pada spesifikasi gradasi agregat untuk campuran AC-Base. Komposisi campuran dibagi menjadi tiga fraksi yang diketahui dari ukuran saringan yaitu fraksi agregat atas, fraksi agregat halus dan fraksi bahan pengisi/filler. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6. [7]

Tabel 1. Perancangan Campuran AC-Base Komposisi Agregat

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran AC-Base				Fraksi
	Spesifikasi Gradasi		Gradasi Campuran		
	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah		
1½	100		100		Fraksi Agregat Kasar
1	90	-	100	95	
¾	76	-	90	83	
½	60	-	78	69	
3/8	52	-	71	61,5	
4	35	-	54	44,5	
8	23	-	41	32	Fraksi Agregat Halus
16	13	-	30	21,5	
30	10	-	22	16	
50	6	-	15	10,5	
100	4	-	10	7	
200	3 – 7	-	5	5	

Komposisi Aspal untuk campuran AC-Base, didapat dari kadar aspal rancangan maksimum yaitu perbandingan antara nilai tengah antara batas bawah gradasi dan batas atas gradasi saringan no 200 dengan rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm kadar aspal efektif minimum, dan kadar aspal rancangan minimum yaitu perbandingan antara nilai tengah antara batas bawah gradasi dan batas atas gradasi saringan no 200 dengan rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm kadar aspal efektif maksimum.

Berat aspal (gr) yaitu kadar aspal rancangan dikali berat total dalam campuran, kemudian dibagi 100%.

Tabel 2. Komposisi Aspal untuk campuran AC-Base

	1	2	3	4	5
Kadar Aspal Rancangan (%)	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Berat Aspal (gr)	48	54	60	66	72

3. Perhitungan Komposisi Campuran AC-Base

Komposisi campuran AC-Base pada penelitian ini menggunakan lima variasi kadar aspal yang sudah di rancang pada poin sebelumnya yaitu kadar aspal 4,0%, 4,5%, 5,0%, 5,5% dan 6,0%. Untuk perhitungan komposisi campuran dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Kadar Aspal 4,0% Komposisi Campuran AC-Base

Ukuran saringan		Lolos Saringan			Tertahan Saringan			Komposisi Campuran (%)		
Inchi	Mm	Spesifikasi		Gradasi Campuran (%)	Proporsi (%)	Proporsi Dalam Campuran (%)	Berat Dalam Campuran (gr)			
1½"	37,500	100			100,00				53,83	Agregat Kasar
1"	25,000	90	-	100	95,00	5,0	4,67	56,00		
¾"	19,000	76	-	90	83,00	12,0	11,67	140,00		
½"	12,500	60	-	78	69,00	14,0	13,67	164,00		
3/8"	9,500	52	-	71	61,50	7,5	7,17	86,00		
No.4	4,750	35	-	54	44,50	17,0	16,67	200,00		
No.8	2,360	23	-	41	32,00	12,5	12,17	146,00	37,50	Agregat Halus
No.16	1,180	13	-	30	21,50	10,5	10,17	122,00		
No.30	0,600	10	-	22	16,00	5,5	5,17	62,00		
No.50	0,300	6	-	15	10,50	5,5	5,17	62,00		
No.100	0,150	4	-	10	7,00	3,5	3,17	38,00		
No.200	0,075	3	-	7	5,00	2,0	1,67	20,00		
Pan (filler)						5,0	4,67	56,00	4,67	Filler
Aspal					4,00		4,00	48,00	4,00	Aspal
Total						100	100	1200	100	

Nilai proporsi (%) adalah pengurangan antara ukuran saringan gradasi campuran sebelumnya dengan ukuran saringan gradasi campuran, nilai proporsi dalam campuran (%) adalah pengurangan nilai proporsi dengan perbandingan antara kadar aspal dengan banyaknya jumlah saringan, berat dalam campuran (gr) adalah perbandingan antara proporsi dalam campuran dikali total berat dalam campuran, dengan total proporsi dalam campuran.

Total jumlah berat dalam campuran (gr) masing-masing fraksi yang dikonversi ke satuan persen adalah komposisi campuran (%) setiap fraksi.

Sesuai perhitungan diatas maka komposisi campuran setiap variasi kadar aspal sebagai berikut.

Tabel 4. Komposisi Campuran AC-Base

Kadar Aspal (%)	Campuran AC-Base				
	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
Agregat kasar	646,00 gr	643,50 gr	641,00 gr	638,50 gr	636,00 gr
Agregat halus	450,00 gr	447,00 gr	444,00 gr	441,00 gr	438,00 gr
Filler (semen)	56,00 gr	55,50 gr	55,00 gr	54,50 gr	54,00 gr
Aspal	48,00 gr	54,00 gr	60,00 gr	66,00 gr	72,00 gr
Total Campuran	1200 gr	1200 gr	1200 gr	1200 gr	1200 gr

4. Persiapan Sampel *Asphalt Concrete Base Course*

Sampel benda uji memiliki lima *variasi* kadar aspal antara lain kadar aspal 4,0%, 4,5%, 5,0%, 5,5% dan 6,0% untuk komposisi campuran *AC-Base*, sesuai dengan perhitungan komposisi pada poin 3 sebelumnya. Adapun perincian pembuatan benda uji yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 5. Total Sampel untuk Campuran *AC-Base*

Variasi Kadar Aspal (%)	<i>AC- Base</i>	
	Total Sampel	
	Untuk Pengujian <i>Marshall</i> Konvensional	Untuk Pengujian <i>Marshall Immersion</i>
4,0 %	3	
4,5 %	3	
5,0 %	3	3
5,5 %	3	
6,0 %	3	
Total	15	3

5. Pemeriksaan/Pengujian Campuran *AC-Base* untuk Tes *Marshall* Konvensional

Pengujian *Marshall* Konvensional adalah pengujian untuk mendapatkan karakteristik campuran yang mengacu pada SNI 06-2489-1991. Dalam pengujian ini dilakukan tiga proses yaitu melakukan pengukuran berat jenis, pengukuran menggunakan alat *Marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas dan keelehan (*flow*), dan pengukuran analisa rongga untuk mendapatkan nilai rongga dalam agregat (*VMA*), rongga dalam campuran (*VIM*) dan rongga terisi aspal (*VFB*). [8]

6. Penentuan Nilai KAO Campuran *AC-Base*

Penentuan kadar aspal optimum (KAO) didapat dari grafik hubungan antara kadar aspal 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6% dengan nilai yang di dapat pada pengujian *Marshall* Konvensional yaitu nilai Stabilitas, *Flow*, *VIM*, *VMA* dan *VFB*. Kemudian diambil nilai stabilitas tertinggi karena mengingat fungsi *AC-Base* adalah lapisan yang berfungsi untuk menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar.[9]

7. Persiapan Sampel KAO Campuran *AC-Base*

Penggunaan sampel kadar aspal optimum sesuai dengan jenis lapisan yang digunakan pada penelitian ini yaitu lapis *AC-Base*, maka penentuan sampel menggunakan kadar aspal 5,0%. Dimana kadar aspal 5,0% memenuhi dan memiliki nilai stabilitas tertinggi sesuai dengan fungsinya. Sampel yang digunakan sebanyak tiga buah dengan kadar aspal 5,0%.

8. Pemeriksaan SMS (*Immersion Test*)

Pengujian stabilitas *marshall* sisa dilakukan untuk mengukur durabilitas/keawetan menggunakan metode *marshall immersion*, dilakukan uji perendaman di dalam air dengan *water bath* pada temperatur 60 °C selama 0,5 jam dan 24 jam. Untuk mendaptkan nilai stabilitas *marshall* sisa (SMS) yaitu perbandingan antara nilai stabilitas perendaman selama 24 jam dengan nilai stabilitas perendaman selama 0,5 jam dinyatakan dalam satuan persen. [10]

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

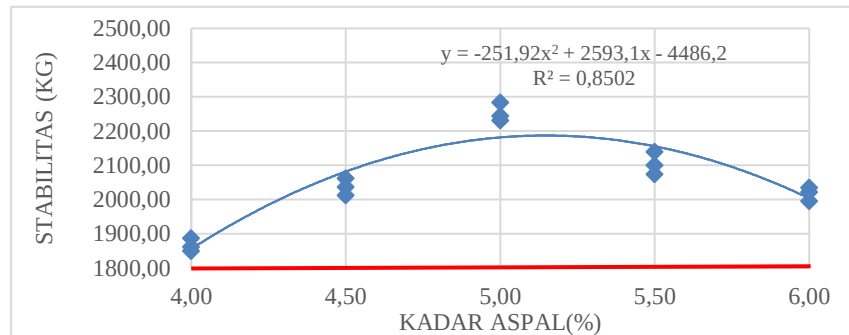
1. Karakteristik Campuran

a. Analisis terhadap Stabilitas

Menggunakan kadar aspal 4,00% - 6,00% untuk *AC-Base* didapat nilai stabilitas antara 1865,92 kg-2253,13 kg. Dimana untuk kadar aspal 4,00% sampai 4,50% nilai stabilitas mengalami peningkatan sebesar 170,77 kg, untuk kadar aspal 4,50% sampai 5,00% mengalami peningkatan sebesar 216,44 kg, untuk kadar aspal

5,00% sampai 5,50% nilai stabilitas mengalami penurunan sebesar 148,75 kg, dan untuk kadar aspal 5,50% sampai 6,00% nilai stabilitas mengalami penurunan sebesar 87,5 kg. Semua nilai stabilitas campuran AC-Base memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018.

Ikatan antar agregat kecil menyebabkan stabilitas kecil apabila penggunaan kadar aspal sedikit, jika penggunaan kadar aspal berlebihan menyebabkan stabilitas kecil karena aspal akan menutupi permukaan agregat menjadi tebal sehingga kekuatan campuran berkurang.

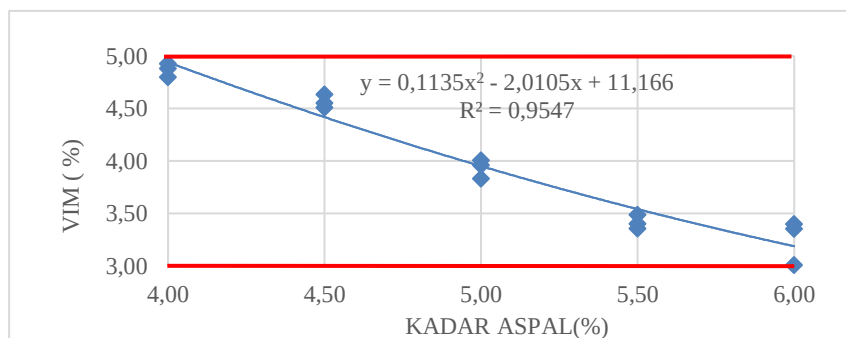


Gambar 2. Hubungan stabilitas dengan kadar aspal

b. Analisis terhadap VIM (*Voim In Mix*)

Kadar aspal 4,0% - 5,0% untuk campuran AC-Base diperoleh nilai VIM antara 3,25% - 4,87%. Maka nilai VIM dengan kadar aspal 4,00% - 6,00% memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018. Dimana kadar aspal 4,00% sampai dengan kadar aspal 6,00% nilai VIM mengalami penurunan sampai 1,62%.

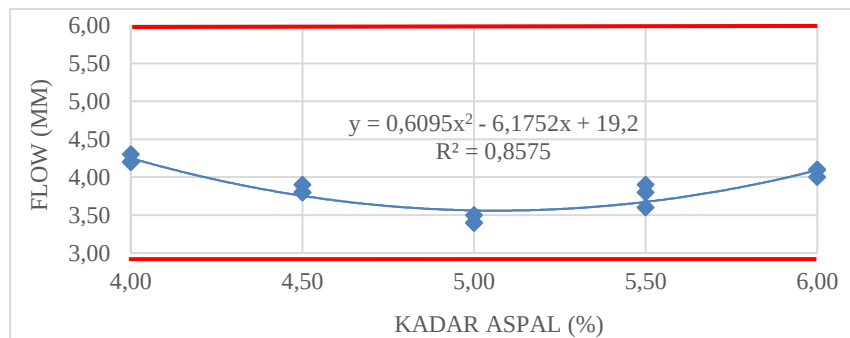
Nilai VIM kecil jika kadar aspal semakin tinggi, menyebabkan aspal akan mampu banyak mengisi rongga dalam campuran. Begitupun sebaliknya, nilai VIM besar jika kadar aspal yang digunakan semakin kecil, sehingga aspal akan banyak tidak mengisi rongga dalam campuran.



Gambar 3. Hubungan VIM dengan kadar aspal

c. Analisis terhadap *Flow*

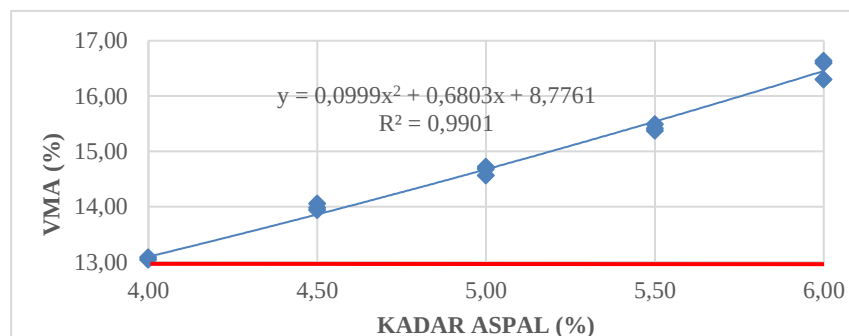
Kadar aspal 4,00% - 6,00% untuk AC-Base diperoleh nilai *flow* antara 3,43mm– 4,23 mm. Spesifikasi umum Bina Marga 2018 untuk nilai *flow* adalah 3,00mm, maka semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi. Dimana untuk kadar aspal 4,00% sampai 4,50% nilai *flow* mengalami penurunan sebesar 0,40mm, untuk kadar aspal 4,50% sampai 5,00% nilai *flow* mengalami penurunan sebesar 0,40mm, untuk kadar aspal 5,00% sampai 5,50% nilai *flow* mengalami peningkatan sebesar 0,34mm, dan untuk kadar aspal 5,50% sampai 6,00% nilai *flow* mengalami penurunan sebesar 0,30mm. Ikatan antar agregat kecil menyebabkan keelehan besar apabila penggunaan kadar aspal kecil, jika penggunaan kadar aspal berlebihan menyebabkan keelehan besar karena aspal akan menutupi permukaan agregat menjadi tebal sehingga ikatan campuran kecil. Kelelahan campuran menurun mengakibatkan daya rekat menjadi lebih kuat, apabila penggunaan kadar aspal tidak berlebihan dan tidak kurang.



Gambar 4. Hubungan *flow* dengan kadar aspal

d. Analisis terhadap VMA (Void In Minerale Aggregate)

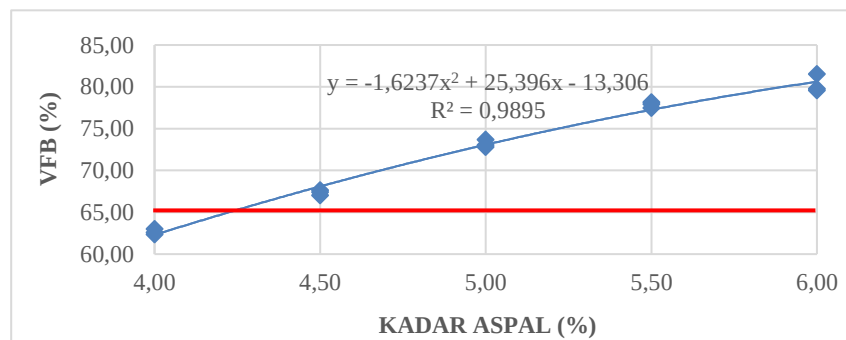
Kadar aspal 4,0%-6,0% untuk AC-Base diperoleh nilai VMA antara 13,03%-16,51%, Spesifikasi umum Bina Marga 2018 untuk nilai VMA adalah 13,00%, maka semua nilai VMA memenuhi spesifikasi. Dimana kadar aspal 4,00% sampai dengan kadar aspal 6,00% nilai VMA mengalami peningkatan sampai 3,48%. Nilai VMA kecil jika kadar aspal semakin kecil, menyebabkan aspal akan banyak tidak mengisi rongga dalam agregat. Begitupun sebaliknya, nilai VMA besar jika kadar aspal yang digunakan semakin banyak, sehingga aspal akan mampu banyak mengisi rongga dalam agregat.



Gambar 5. Hubungan VMA dengan kadar aspal

e. Analisis terhadap VFB (Void Filled with Bitumen)

Kadar aspal 4,0% - 6,0% untuk Campuran AC-Base di peroleh nilai VFB 62,64%-80,30%. Pada kadar aspal 4,0% Nilai VFB tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, hal ini dikarenakan kadar aspal yang sedikit sehingga aspal tidak mampu mengisi rongga yang ada di dalam campuran AC-Base. Untuk kadar aspal 4,5%-6,0% memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018, dimana kadar aspal 4,00% sampai dengan kadar aspal 6,0% nilai VFB mengalami peningkatan sampai 17,66%, karena kadar aspal semakin banyak sehingga aspal mampu mengisi rongga yang ada di dalam campuran dan agregat.



Gambar 6. Hubungan VFB dengan kadar aspal

f. Penentuan KAO

Kadar aspal optimum berkisar antara 4,50% hingga 6,00% yang memenuhi kriteria sifat-sifat campuran AC-Base, sesuai dengan analisis karakteristik campuran sebelumnya. Karena fungsi campuran AC-Base adalah untuk menerima beban lapisan di atasnya maka diperlukan stabilitas yang tertinggi yakni berada pada kadar aspal 5,00%.

g. Hasil Stabilitas Marshall Sisa (SMS)

Hasil pengujian stabilitas *marshall* sisa didapatkan nilai rata-rata yaitu 96,52% dengan menggunakan kadar aspal optimum 5,0%, hasil penelitian ini memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 90%.

Tabel 6. Hasil Stabilitas *Marshall* Sisa (SMS)

Kadar Aspal (%)	Stabilitas		Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%)
	Konvensional	<i>Immersion</i>	
5,00	2244,38	2191,88	97,66
5,00	2283,75	2152,50	94,25
5,00	2231,25	2178,75	97,65
Rata-rata	2253,13	2174,38	96,52

KESIMPULAN

Karakteristik agregat Sungai Bila Kecamatan Pitu Riase Kabupaten Sidrap, karakteristik aspal, dan berat jenis *filler* memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018.

Komposisi campuran AC-Base menggunakan agregat Sungai Bila Kecamatan Pitu Riase Kabupaten Sidrap yaitu agregat kasar 53,42%, agregat halus 37,00%, *Filler* 4,58% diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,00%.

Hasil pengujian karakteristik Campuran untuk campuran AC-Base menggunakan metode pengujian *Marshall* konvensional yang memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 diperoleh kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%. Sedangkan kadar aspal 4,0% tidak memenuhi spesifikasi umum Bina marga 2018, karena nilai VFB tidak memenuhi syarat min 65,00%. Untuk hasil pengujian *marshall immersion* untuk mendapatkan nilai stabilitas *marshall* sisa, dengan spesifikasi umum Bina marga 2018 syarat $\geq 90\%$, maka hasil pengujian memenuhi spesifikasi yaitu 96,52% menggunakan kadar aspal optimum 5,0%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. N. Senolinggi, Alpius, dan C. Kamba, "Studi Karakteristik Campuran AC-Base Menggunakan Batu Gunung Pura Lau Kecamatan Tikala," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. III, no. 2, pp. 244-252, 2021.
- [2] Irpan, R. Mangontan, dan Alpius, "Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso Pada Campuran AC-Base," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. II, no. 1, pp. 58-62, 2020.
- [3] Y. V. Padatu, Alpius, dan M. D. M. Palinggi, "Pemanfaatan Batu Sungai Batupapan Kabupaten Luwu Dalam Campuran Laston Lapis Pondasi," *Paulus civil Engineering Journal*, vol. III, no. 1, pp. 16-22, 2021.
- [4] D. Pagewang, R. Rachman, dan Alpius, "Pengaruh Penggunaan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah dalam Campuran AC-Base," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. II, no. 2, pp. 97-102, 2021.
- [5] Syahrul, "Perkerasan Campuran Aspal Beton AC-Base dengan Material Lokal Kutai Kartanegara," *Unnes Civil Engineering and Planning Journal*, vol. XIV, no. 2, pp. 111-120, 2012.
- [6] A. Erdiansa, "Karakteristik Campuran AC-Base dengan Aspal Penetrasi 60/70 dan Penetrasi 80/100," *Prokons Civil Engineering Journal*, vol. IX, no. 1, pp. 62-69, 2015.
- [7] I. M. A. Ariawan, dan I. A. R. Widhiawati, "Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston," *Unud Civil Engineering Journal*, vol. XIV, no. 2, pp. 198-207, 2010.
- [8] Wahjoedi, "Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada Campuran Butonite Mastic Asphalt (BMA)," *Unnes Civil Engineering and Planning Journal*, vol. XI, no. 2, pp. 121-130, 2009.
- [9] A. Setiobudi, "Analisis Kadar Aspal Optimum Pada Lapisan Asphalt Concrete Base Course di Pembangunan Jalan Tol Palembang Simpang Indralaya (Palindra)," *Deformasi Civil Engineering Journal*, vol. II, no. 2, pp. 1-13, 2017.
- [10] A. N. Tajudin, dan L. B. Suparma, "Analisis Indeks Stabilitas Sisa Pada Campuran Asphalt Concrete dengan Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Agregat Pengganti," *Muara Civil Engineering Journal*, vol. I, no. 1, pp. 272-280, 2017.