

Karakteristik Campuran AC-BC dengan Menggunakan Batu Sungai Sampoang Kalukku Kabupaten Mamuju

Elson Junaedy ^{*1a}, Erni Rante Bungin ^{*2}, Monalisa Bumbungan ^{*3}

Submit:
3 Maret 2024

Review:
10 April 2024

Revised:
2 Juni 2024

Published :
15 September
2024

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, elsonjunaedy018@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia erni_bungin@yahoo.co.id

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, monalisabumbungan@gmail.com

^aCorresponding Author: elsonjunaedy018@gmail.com

Abstrak

Perlunya peningkatan infrastruktur jalan guna mendukung peningkatan pembangunan transportasi yang aman harus disertai dengan kualitas material yang baik. Pemerintah sangat mendukung penggunaan sumber daya alam untuk mendukung pembangunan jalan. Agregat di Kabupaten Mamuju pada Sungai Sampoang Kalukku belum dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat membantu penggunaan material dari Sungai Sampoang Kalukku yang lebih optimal dalam pembangunan perkerasan jalan di daerah tersebut. Pada studi ini, metode *Marshall Konvensional* digunakan dalam memperoleh karakteristik campuran, memperoleh nilai Stabilitas *Marshall* Sisa (SMS). Hasil penelitian berdasarkan karakteristik agregat, mencapai ketentuan yang telah ditetapkan Bina Marga Tahun 2018 dengan merujuk pada SNI 06-2489-1991 tentang Pengujian campuran beraspal dengan Alat *Marshall*. Berdasarkan komposisi pada pencampuran AC-BC dengan komposisi agregat kasar 40,44%, agregat halus 47,85%, dan *filler* 4,70%. Menurut hasil pengujian karakteristik *Marshall Konvensional* campuran AC-BC, nilai dengan KAO adalah 6,00%, VIM 4,03%, Stabilitas 1642,58kg, VMA 19,46%, VFB 79,25% dan Flow 3,30 mm.

Kata kunci : Karakteristik Agregat, AC-BC, *Marshall*,

Abstract

The need to improve road infrastructure to support increased development of safe transportation must be accompanied by good quality materials. The government strongly supports the use of natural resources to support road construction. Aggregate in Mamuju Regency on the Sampoang Kalukku River has not been utilized by the local community. By carrying out this research, it is hoped that it can help make more optimal use of materials from the Sampoang Kalukku River in the construction of road pavement in the area. In this research, the Conventional Marshall method is used to obtain the characteristics of the mixture, obtaining Residual Marshall Stability (SMS) values. The research results are based on aggregate characteristics, achieving the requirements set by Bina Marga in 2018 by referring to SNI 06-2489-1991 concerning Testing of asphalt mixtures with Marshall Tools. Based on the composition of the AC-BC mixture with a coarse aggregate composition of 40.44%, fine aggregate 47.85%, and filler 4.70%. According to the Marshall Conventional characteristic test results for the AC-BC mixture, the value with KAO is 6.00%, VIM 4.03%, Stability 1642.58kg, VMA 19.46%, VFB 79.25% and Flow 3.30 mm.

Keywords : Aggregate Characteristics, AC-BC, Marshall

PENDAHULUAN

Kemampuan perkerasan jalan dalam menopang beban yang melintas di atasnya sangat penting untuk ketahanannya. Kualitas agregat yang digunakan sangat memengaruhi hal ini. Oleh karena itu, sebelum dipakai pada pencampuran, khususnya pencampuran AC-BC, karakteristik agregat harus dilakukan pemeriksaan. Pemerintah sangat mendukung penggunaan sumber daya alam untuk membantu perkerasan jalan. Masyarakat di Kabupaten Mamuju belum menggunakan material yang ada di Sungai Sampoang Kalukku. Diharapkan bahwa penelitian ini akan membantu mengoptimalkan penggunaan material dari Sungai Sampoang Kalukku saat membangun konstruksi jalan di wilayah tersebut. Mengingat bahwa bahan lokal biasanya lebih murah daripada bahan luar. Menggunakan sumber daya alam yang dapat diakses sangat disarankan oleh pemerintah untuk menggunakan material di sekitar lokasi atau dalam daerah karena selain menghemat biaya, dapat menghemat waktu juga. Inilah yang mendorong penulis untuk meneliti penggunaan campuran AC-BC secara keseluruhan di Kabupaten Mamuju.

Penelitian yang telah dilaksanakan oleh Dicky Josua, ditunjukkan bahwa persentase KAO pada kadar aspal 6%, stabilitas 1544,13 kg, VIM 4,16%, *flow* 2,50 mm, VMA 17,21%, dan VFB 75,82%. Hasil ini memperlihatkan jika seluruh sifat pencampuran AC-BC, termasuk stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB, mencapai persyaratan Bina Marga 2018. [1]. Pengujian *marshall* batu sungai saddang mengacu pada aturan Bina marga 2018. Adapun hasil pemeriksaan yang diperoleh yaitu stabilitas sebanyak 1190.28 - 1545.08 kg, untuk persentase *flow* diperoleh 2.35 - 3.85 mm, persentase VIM sebanyak 4.335% sampai 3.098%, untuk angka VMA sebanyak 14.64% hingga 18.26% serta VFB sebanyak 70.39% hingga 83.03%. [2]. Hasil penelitian Ardianto menunjukkan bahwa agregat yang ditemukan di Sungai Sadang Kelurahan Batupapan, Kecamatan Makale, Tana Toraja, mencapai persyaratan Bina Marga tahun 2018 dan bisa dipakai dalam campuran perkerasan jalan.[3]. Pada uji Marshall Konvensional, hasil mencapai persyaratan; dalam pemeriksaan *Marshall Immersion*, persentase Stabilitas *Marshall* Sisa (SMS) sebanyak 93,7% diperoleh untuk KAO 6% yang mencapai persyaratan Bina Marga. [4]. Uji *Marshall* menunjukkan bahwa pencampuran AC-WC memiliki kadar aspal 6,50% serta pencampuran AC-BC memiliki kadar aspal 5,14%. Dari uji *Marshall* menunjukkan bahwa indeks perendaman (IP) atay indeks kekuatan sisa (IKS) masing-masing 95,11% dan 94,41%, masing-masing melebihi batas syarata sebanyak 90%. Ini menunjukkan bahwa pencampuran memiliki ketahanan dalam rendaman air. [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik umum Sungai Matang mencapai persyaratan yang telah ditetapkan. Angka stabilitas *Marshall immersion* pencampuran AC-BC dalam memanfaatkan material Sungai Matang mencapai aturan Bina Marga 2018 Divisi 6, sebanyak 93,31% lebih dari 90%, dengan 42,45% agregat kasar, 45,18% halus serta *filler* 5,36% untuk ukuran aspal maksimum 7,00%. [6]. Dari pengujian diperoleh jika sampel dengan memanfaatkan kadar abu sekam padi 0% hingga 75% dan kadar aspal 5,00% mencapai semua persyaratan yang telah ditetapkan. Penelitian ini menunjukkan bahwa abu sekam padi bisa digunakan sebagai pengganti parsial *filler* semen untuk lapis AC-BC yang mencapai semua ketentuan. [7]. Uji *Marshall immersion* campuran AC-BC menunjukkan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) sebanyak 93,47% dengan KAO 7,00%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material Sungai Batu Tiakka bisa dipakai dalam material pengerasan jalan pada pencampuran AC-BC sebab telah mencapai persyaratan yang telah ditentukan yaitu sebanyak 90%. [8]. Pengujian *Marshall Immertion* menemukan hasil Stabilitas *Marshall* Sisa 96,61% dengan kadar aspal 6,00%. [9]. Studi oleh Elthon diperoleh pemakaian material tambahan dalam pencampuran AC-BC memungkinkan untuk pengisian stabilitas, VIM, VMA, *flow*, dan VFB, serta memenuhi persyaratan yang telah di tetapkan. [10].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Agregat

Sungai Sampoang Kalukku, yang terletak di Kabupaten Mamuju, adalah lokasi pengambilan agregat. Material diambil secara manual menggunakan sekop dan karung. Jumlah 50 kilogram batu kemudian dibawa ke laboratorium untuk diteliti.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Batu Sungai



Gambar 2. Proses Pengambilan Agregat

B. Perancangan Komposisi Campuran AC-WC

Bahan dan material yang dipergunakan pada pencampuran aspal yaitu:

1. Pemakaian Agregat diperoleh dari Sungai Sampoang Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju.
2. Aspal Penetrasi 60/70 dipakai sebagai pengikat
3. *Filler* yaitu dari semen.

C. Membuat Benda Uji Dalam Campuran AC-BC

Proses pembentukan pencampuran AC-BC untuk benda uji melibatkan penggabungan agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan bahan pengikat aspal. Campuran ini dibentuk dengan mematuhi proporsi yang spesifik dan dilaksanakan dalam suhu yang tinggi.

Tabel 1. Kadar Aspal dan Jumlah Benda Uji

Kadar Aspal (%)	Campuran AC-BC	
	Banyaknya Sampel	
	Uji Marshall Konvensional	Uji Marshall Immersion
5%	3	3
5,5%	3	
6%	3	
6,5%	3	
7%	3	
Total	15	3



Gambar 3. Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Agregat

Tabel 2. Karakteristik Agregat

No	Pengujian	Metode	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018		Satuan	Hasil Penelitian	Keterangan	
			Min	Max				
1	Keausan Agregat							
	Fraksi A	SNI 2417:2008	-	40	%	38,36	Memenuhi	
	Fraksi B					34,68		
	Fraksi C					32,12		
	Fraksi D					22,28		
2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar							
	Bulk	SNI 1969:2016	2,5	-	%	2,61	Memenuhi	
	SSD		2,5	-		2,61		
	Apparent Penyerapan		2,5	3		2,66		
			-			0,75		
	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus		2,5	-		2,70		

	Bulk		2,5	-		2,76	
	SSD	SNI	2,5	-3	%	2,90	Memenuhi
	Apparent Penyerapan	1970:2016	-			2,56	
3	Analisa Saringan						
	3/4"		90	100		96,79	
	1/2"		75	90		71,91	
	3/8"		66	82		56,45	
	No.4	SNI ASTM	46	64		37,19	
	No.8	C136:20	30	49		26,82	Memenuhi
	No.16	12	18	38	%	17,66	
	No.30		12	28		11,04	
	No.50		7	20		7,63	
	No.100		5	13		1,94	
	No.200		4	8		0,20	
	PAN		0	0		0,00	
4	Uji Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:20 12	-	8	%	5,6	Memenuhi
5	Pemeriksaan Kadar Lumpur	SNI 03-4428-1997			%		Memenuhi
	Sand Equivalent		60	-		97,41	
	Kadar Lumpur		-	5		2,59	
6	Partikel Pipih						
	3/4"		-	10	%	14,12	
	1/2"	ASTM D				272,02	
	3/8"	4791-				103,09	
	4"	10				0,00	Memenuhi
	Partikel Lonjong	Perbandingan 1:5					
	3/4"		-	10	%	79,30	
	1/2"					361,49	
	3/8"					161,35	
	4"					0,00	
7	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNI 2439-2011	95	-	%	>95	Memenuhi
8	Pemeriksaan Berat Jenis Filler Semen	SNI ASTM 136:2012	-	-	%	2,84	Memenuhi

Tabel 3. Karaktersitik Filler

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil Uji	Spesifikasi Bina Marga		Satuan	Ket
			Min	Maks		
Berat Jenis Filler	SNI 03-1969-1990	2,849	2.5	-		
Rata-Rata		2,849			%	Memenuhi standar

Tabel 4. Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode	Spesifikasi Bina Marga		Satuan	Hasil Pengujian	Keterangan
		Min	Maks			
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456-2011	60	70	(0,1) mm	67,5	Memenuhi
Daktilitas pada 25°C	SNI 2432-2011	≥ 100		Cm	150	Memenuhi
Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48		°C	52,4	Memenuhi
Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232		°C	280	Memenuhi
Berat Jenis Aspal	SNI 2441-2011	$\geq 1,0$			1.082	Memenuhi
Berat Yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$		%	0.19	Memenuhi
Penetrasi pada TFOT	SNI 2456-2011	≥ 54		% semula	65,2	Memenuhi

B. Karakteristik Campuran

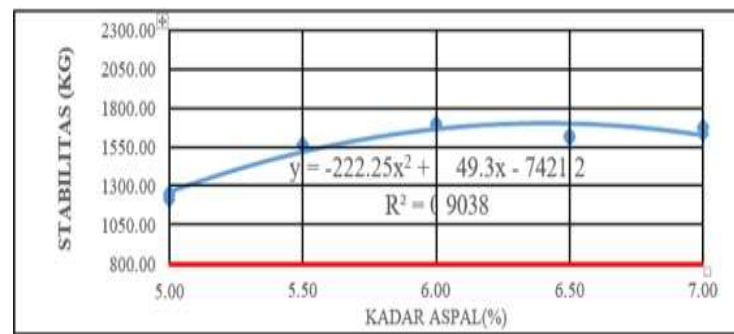
1. Analisa Terhadap Stabilitas

Adapun nilai stabilitas dinyatakan dalam bentuk kilogram dengan nilai standar dari ketentuan Bina Marga, 2018 yaitu 800 kg.

Tabel 5. Nilai Stabilitas terhadap Kadar Aspal

kadar aspal	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
stabilitas	1241,87	1564,77	1714,62	1613,76	1642,58
	1265,30	1569,09	1700,21	1620,97	1678,60
	1218,44	1579,18	1700,21	1635,37	1693,01
Rata-rata	1241,87	1571,02	1705,02	1623,37	1671,4
Persyaratan	Min 800 (kg)				

Pemakaian kadar aspal 5% hingga 7%, nilai stabilitasnya meningkat menjadi 1241,87 kg untuk kadar aspal 5%, ketika kadar aspal 5,50% naik ke 1571,02 kg, kadar 6% meningkat sebanyak 1705,02 kg, saat kadar 6,50% nilainya turun menjadi 1623,37 kg, dan naik ke 1671,4 kg ketika kadar yang digunakan 7%. Semua nilai stabilitas ini mencapai persyaratan Bina Marga Tahun 2018.



Gambar 4. Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stabilitas

Kadar aspal yang lebih rendah pada campuran AC-BC menyebabkan selimut aspal menipis didasar agregat. Akibatnya, ikatan *interlocking*, atau ikatan antar agregat, pasti melemah, yang mengurangi stabilitas pencampuran.

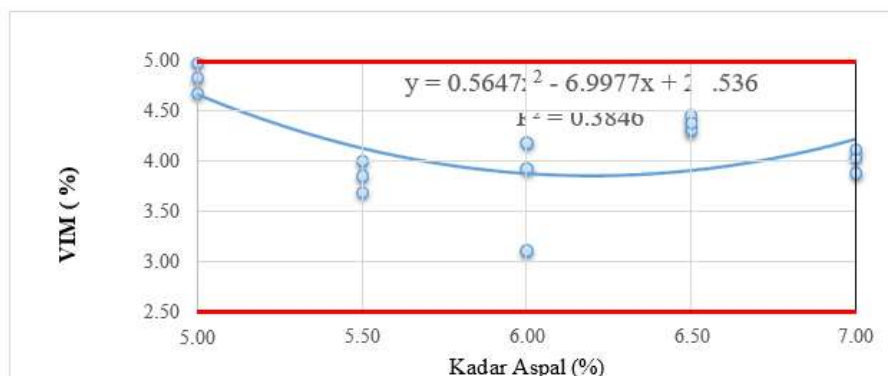
2. Analisis Untuk VIM (Void In Mixture)

VIM adalah jumlah tertinggi pori yang ada pada beton aspal padat setelah campuran dipadatkan. Angka VIM yang besar dan kadar aspal sedikit menyebabkan banyaknya rongga yang timbul pada pencampuran sehingga tidak mampu menerima beban berulang. Penggunaan aspal dalam jumlah besar tidak hanya membuat volume rongga berkurang tetapi juga mengubah wujud plastis campuran, sehingga dapat mengubah kekuatan/kinerja campuran.

Tabel 6. Nilai VIM

kadar aspal	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
VIM	4,98	3,69	4,18	4,45	4,03
	4,82	4,00	3,92	4,30	3,88
	4,67	3,85	3,10	4,37	4,11
Rata-rata	4,82	3,84	3,73	4,37	4,01
persyaratan	3 – 5 (%)				

Persentase VIM saat kadar aspal 5% hingga 7% diperoleh angka VIM untuk kadar aspal 5% sebanyak 4,82%, angka VIM saat 5,50% adalah 3,84%, angka VIM ketika kadar 6,00% adalah 3,73%, angka VIM saat kadar 6,50% adalah 4,37%, serta angka VIM pada saat 7,00% adalah 4,01%. Seluruh angka VIM dari kadar 5% sampai 7% mencapai persyaratan Bina Marga Tahun 2018.

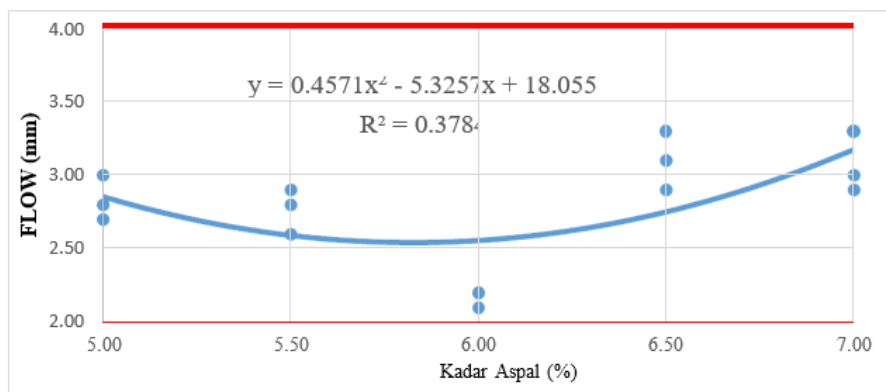


Gambar 5. Nilai VIM

Karena aspal mengikat dan mengisi lubang di dalam campuran beraspal, ditemukan bahwa nilai VIM meningkat seiring dengan pemakaian kadar aspal, dan sebaliknya, persentase VIM mengalami peningkatan sejalan dengan kadar aspal yang dipakai. Menurut Tabel, Gambar, dan persamaan garis, $y = 0,5647x^2 - 6,9977x + 25,536$. menunjukkan penurunan VIM dari 5% hingga 7% kadar aspal.

3. Analisis terhadap Flow

Pemakaian kadar aspal 5,00% hingga 7,00% menghasilkan persentase *flow* pada saat 5,00% menghasilkan angka sebanyak 2,83 mm, ketika kadar 5,50% tidak menimbulkan perubahan yaitu sebanyak 2,76 mm, ketika 6,00% meningkat hingga 2,16 mm, saat 6,50% juga meningkat hingga 3,10 mm dan saat kadar 7,00% juga menaik ke 3,06 mm. Seluruh persentase *Flow* untuk kadar 5,00% hingga 7,00% sudah mencapai persyaratan yang telah ditetapkan.



Gambar 6. Hubungan antara Kadar Aspal dan Flow

Tabel 7. Nilai Flow

Kadar Aspal	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
flow	3,00	2,90	2,20	3,30	3,30
	2,80	2,80	2,10	3,10	3,00
	2,70	2,60	2,20	2,90	2,90
Rata-rata	2,83	2,76	2,16	3,10	3,06
Ketentuan	2 - 4 (mm)				

Jika aspal digunakan lebih rendah, ikatan antar agregat mengalami pengurangan, yang menimbulkan campuran sangat leleh. Apabila penambahan aspal terus dilakukan, selimut aspal akan menebal, yang menyebabkan pengurangan kekuatan pencampuran namun kelelahan terus meningkat. Dengan demikian, kekuatan dan stabilitas campuran akan berbanding terbalik dengan *flow* campuran.

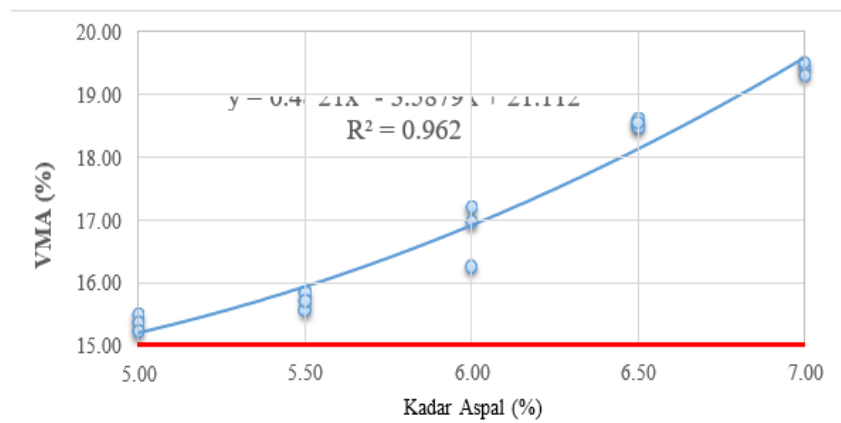
4. VMA

VMA merupakan volume pada pori rongga beton aspal yang dipadatkan ketika seluruh lapisan penutup yang dipadatkan dihilangkan, dinyatakan dalam %. Aspal berfungsi untuk pengisian rongga diantara agregat.

Tabel 8. Nilai VMA

Kadar Aspal	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
VMA	15,50	15,58	17,20	18,63	19,46
	15,37	15,85	16,98	18,50	19,33
	15,23	15,71	16,28	18,56	19,52
Rata-rata	15,37	15,71	16,82	18,56	19,43
Persyaratan	Min 15 (%)				

Pemakaian kadar aspal 5,00% hingga 7,00% menghasilkan persentase VMA ada saat aspal 5,00% sebanyak 15,37%, ketika 5,50% naik menjadi 15,71%, saat kadar 6,00% juga naik ke 16,82%, saat 6,50% mengalami peningkatan ke 18,56%. Serta kadar 7% pun naik hingga 19,43 %. Seluruh kadar aspal mencapai persyaratan yang telah ditetapkan. Disebabkan karena jumlah aspal yang dipakai banyak, aspal melakukan dua fungsi yaitu penyelimutan serta pengisian rongga di dalam dan di antara agregat.



Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal terhadap VMA

Hasilnya adalah jika aspal yang dipakai bertambah banyak maka rongga yang diisi oleh aspal akan membesar yang menghasilkan angka VMA yang lebih tinggi. Ini disebabkan oleh suhu pemadatan aspal yang lebih rendah, yang menghasilkan selimut aspal yang tebal.

5. VFB (Void Filled With Bitumen)

Volume rongga yang muncul dalam agregat yang berisi aspal efektif disebut VFB, dan ini ditunjukkan dalam persen. Semakin tinggi nilai VFB maka semakin kedap campuran tersebut terhadap air dan udara karena nilai isian aspalnya sangat tinggi.

Tabel 9. Nilai VFB

Kadar Aspal	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
VFB	67,88	76,28	75,69	76,10	79,25
	68,58	74,74	76,88	76,75	79,91
	69,29	75,50	80,91	76,42	78,93
Rata-rata	68,58	75,51	77,83	76,42	79,36
Persyaratan	Min 65 (%)				

Pemakaian kadar asal 5,00 % sampai dengan 7,00% didapatkan angka VFB ketika kadar 5,00% menghasilkan persentase sebanyak 68,56%, ketika kadar 5,50% naik ke 75,51 %, saat 6,00% juga

Tabel 10. Stabilitas *Marshall* Sisa

Kadar Aspal (%)	Stabilitas		Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%)	Ketentuan
	<i>Konvensional</i>	<i>Immersion</i>		
6,0	1714,62	1642,58	95,80	90
6,0	1700,21	1671,40	98,31	
6,0	1700,21	1685,80	99,15	
Rata-rata	1705,02	1666,59	97,75	

Salah satu pengujian yang dikenal sebagai *Marshall Immersion* menentukan stabilitas *Marshall* sisa. Hasil uji ini adalah rasio stabilitas yang melakukan perbandingan dengan stabilitas benda uji *Marshall Immersion* yang di rendam selama 24 jam pada suhu 60 derajat *Celcius* dalam bak air selama 30 menit, dengan stabilitas benda uji *Marshall konvensional* yang direndam selama 30 menit. Pengujian ini dikenal sebagai stabilitas *Marshall* sisa. Data dari pemeriksaan *Marshall Immertion* menunjukkan bahwa pencampuran AC-BC memiliki stabilitas *Marshall* sisa sebesar 95,13% untuk kadar aspa 7,00%. Angka stabilitas *Marshall* sisa ini mencapai persyaratan yang telah ditetapkan yaitu minimal 90%. Berdasarkan nilai ini, perkerasan jalan yang memanfaatkan Agregat dari Sungai Sampoang Kecamatan Kalukku pada pencampuran AC-BC memiliki ketahanan untuk air.

PEMBAHASAN

A. Karakteristik Agregat Sungai Sampoang, Karakteristik Aspal, dan Berat Jenis *Filler*

Berdasarkan pengujian karakteristik dengan memanfaatkan batu Sungai Sampoang Kecamatan Kalukku dalam setiap pengujian karakteristik agregat pada Tabel 2, karakteristik aspal pada Tabel 4, dan berat jenis *filler* pada Tabel 3 memenuhi ketentuan sesuai dengan persyaratan Bina Marga 2018 merujuk pada SNI yang telah tertulis dimasing-masing pengujian.

B. Proporsi Campuran AC-BC

Menurut hasil Rancangan komposisi pencampuran AC-BC yang memanfaatkan batu Sungai Sampoang Kecamatan Kalukku menghasilkan proporsi Agregat Kasar adalah 40,44%, Agregat Halus 47,85%, *Filler* 4,70% dan kadar Aspal 6,00% dimana memiliki stabilitas tertinggi.

C. Karakteristik Campuran AC-BC dan Stabilitas *Marshall* sisa

Menurut hasil uji dengan metode *Marshall Konvensional* dalam pencampuran AC-BC dengan memanfaatkan batu Sungai Sampoang Kecamatan Kalukku didapatkan:

1. Stabilitas

Angka stabilitas setiap kadar aspal meningkat mulai 5% hingga 7,07 persen, menurut Gambar 4, Tabel 5 serta persamaan $y = -222,25x^2 + 2849,3x - 7421,2$. Akibatnya, kadar aspal dengan stabilitas tertinggi adalah 6,41%. Stabilitas maksimum mencapai 6,41% dengan nilai stabilitas 1710,98 kg, menurut persamaan garis kurva.

2. VIM

Menurut Tabel 6 dan Gambar 5, persamaan garis $y = 0,5647x^2 - 6,9977x + 25,536$ menunjukkan penurunan VIM dari 5% hingga 7% pada kadar aspal. Berdasarkan persamaan garis kurva, VIM mencapai batas minimum 3% pada kadar aspal 7,25%, dan batas maksimum VIM adalah 4,89%.

3. *Flow*

Menurut Tabel 7 dan Gambar 6, persamaan garis $y = 0,4571x^2 - 5,3257x + 18,055$. menunjukkan bahwa nilai *flow* turun 5% hingga 5,79% pada setiap kadar aspal dan meningkat 5% hingga 7% pada setiap kadar aspal. Kadar *flow* minimum adalah 6,0% dengan nilai 2,56 kg/mm, menurut persamaan garis kurva.

4. VMA

Menurut Gambar 7 dan Tabel 8 dan persamaan garis, $y = 0.4821x^2 + 3,5879x + 21,112$. menunjukkan bahwa VMA meningkat sampai kadar aspal 7 %. VMA minimum, 14,51 %, berada pada kadar aspal 4,12%.

5. VFB

Persamaan $y = -3,3340x^2 + 44,578x - 70,01$, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 9 dan Gambar 8. menunjukkan bahwa VFB meningkat hingga kadar aspal 7%. Menurut garis kurva menghasilkan jumlah VFB sampai pada kadar minimal yaitu 4,19% berada dikadar 65,00%.

KESIMPULAN

Karakteristik agregat, aspal, dan berat jenis *filler* campuran AC-BC memenuhi Spesifikasi Umum Jenderal Bina Marga 2018 . Komposisi campuran AC-BC terdiri dari agregat kasar 40,44%, agregat halus 47,85%, dan filler 4,70 persen, dengan kadar aspal ideal 6,0 persen. Campuran beraspal memenuhi spesifikasi berikut: stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB. Semua spesifikasi ini dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Jenderal Bina Marga pada tahun 2018 dan merujuk pada SNI 06-2489-1991 tentang Pengujian campuran beraspal dengan Alat *Marshall*.

REFERENSI

- [1] Dicky Josua Milenio Ambarura, Alpius, and Elizabeth, "Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Salo Patejang Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep," *pcej*, vol. 3, no. 4, pp. 570–576, Dec. 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i4.336.
- [2] N. Dirgahayu, R. Rachman, and Alpius, "Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Sungai Sadang Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang," *pcej*, vol. 4, no. 1, pp. 109–114, Mar. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i1.383.
- [3] Ardianto Palimbunga Pabia, Alpius, and M. D. M. Palinggi, "Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Sungai Sadang Kelurahan Batupapan Kecamatan Makale," *pcej*, vol. 3, no. 2, pp. 149–159, Dec. 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i2.326.
- [4] M. A. Lalembang, Alpius, and W. G. Boro, "Karakteristik Campuran Laston BC Menggunakan Batu Sungai Cikkee Kecamatan Lalabata Kabupaten Soppeng," *pcej*, vol. 4, no. 4, pp. 686–696, Dec. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i4.554.
- [5] F. L. Irianto, and Alpius, "Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC," *pcej*, vol. 1, no. 2, pp. 27–36, Jan. 2020, doi: 10.52722/pcej.v1i2.59.
- [6] S. Patinggi, Alpius, and O. J. Sanggaria, "Pemanfaatan Batu Sungai Matang Kabupaten Enrekang pada Laston Lapis Antara," *pcej*, vol. 5, no. 1, pp. 126–135, Mar. 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i1.606.
- [7] R. P. F. Pude, R. Mangontan, and Alpius, "Pemanfaatan Batu Sungai Pucak dengan Filler Abu Sekam Padi untuk Lapis AC-BC," *pcej*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i1.584.
- [8] G. P. Palimbunga, R. Rachman, and Alpius, "Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka' dalam Campuran AC-BC," *pcej*, vol. 2, no. 2, pp. 112–118, Aug. 2020, doi: 10.52722/pcej.v2i2.129.
- [9] V. Mangetan, R. Mangontan, and Alpius, "Penggunaan Batu Sungai Seriti Kabupaten Luwu pada Campuran AC-BC," *pcej*, vol. 3, no. 1, pp. 76–84, Feb. 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i1.207.
- [10] E. Faraknimela, M. Selintung, and Alpius, "Penggunaan Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Pucak Kabupaten Maros," *pcej*, vol. 4, no. 4, pp. 687–697, Dec. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i4.557.