

Karakteristik Campuran AC-WC dengan Kombinasi Penggunaan Agregat Sungai Sa'dan dan Batu Gunung Singki' Toraja Utara

Nataniel Sesean ^{*1a}, Benyamin Tanan ^{*2}, Monalisa Bumbungan ^{*3}

Submit:
10 Juni 2024

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, natanielsesean121398@gmail.com

Review:
20 Juni 2024

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, nyamintan2002@yahoo.com

Revised:
10 November 2024

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, monalisa08@yahoo.com

Published :
6 Desember 2024

^aCorresponding Author: natanielsesean121398@gmail.com

Abstrak

Pembangunan jalan membutuhkan banyak material terutama agregat. Ketersediaan material di Kabupaten Toraja Utara lebih banyak batu gunung dibandingkan batu sungai. Penelitian ini dimaksudkan agar diketahui karakteristik campuran AC-WC yang memakai kombinasi agregat sungai dan agregat batu gunung. Metode penelitian mencakup penelitian karakteristik agregat, rancangan komposisi campuran dan pengujian karakteristik campuran menggunakan metode marshal konvensional. Hasil dari pengujian karakteristik campuran dengan kadar aspal 6,5% menunjukkan semakin tinggi proporsi batu gunung semakin rendah nilai stabilitas, VIM, VMA, sedangkan nilai *flow* dan VFB semakin tinggi. Penurunan nilai stabilitas dipengaruhi oleh keausan agregat batu gunung yang tinggi dibandingkan dengan batu sungai, penurunan nilai VIM juga dipengaruhi oleh keausan agregat yang tinggi sehingga pada saat pemadatan agregat mudah pecah dan mengisi rongga dalam campuran, VMA mengalami penurunan dikarenakan penyerapan agregat batu gunung lebih tinggi dibandingkan batu sungai sehingga agregat lebih mudah menyerap aspal, *flow* semakin tinggi dikarenakan keausan agregat yang tinggi sehingga kelehan semakin tinggi, VFB semakin tinggi dipengaruhi oleh penyerapan yang tinggi sehingga banyak rongga-rongga yang terisi oleh aspal. Dari semua karakteristik campuran memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil pengujian karakteristik agregat menunjukkan nilai keausan dan penyerapan batu sungai lebih baik dibandingkan dengan nilai keausan dan penyerapan agregat batu gunung.

Kata kunci : AC-WC, Marshall, Karakteristik, Agregat

Abstract

Road construction requires a lot of materials, especially aggregates. The availability of materials in North Toraja Regency is more mountain stone than river stone. This study was intended to determine the characteristics of the AC-WC mixture using a combination of river aggregate and mountain stone aggregate. The research method includes aggregate characteristic research, mixture composition design and mixture characteristic testing using the conventional marshal method. The results of the mixture characteristic test with an asphalt content of 6.5% showed that the higher the proportion of mountain stone, the lower the stability value, VIM, VMA, while the FLOW and VFB values were higher. The decrease in stability value is influenced by the high wear of mountain stone aggregates compared to river stones, the decrease in VIM value is also influenced by high aggregate wear so that when compacting the aggregate is easily broken and fills the cavities in the mixture, VMA decreases because the absorption of mountain stone aggregates is higher than river stones so that the aggregate absorbs asphalt more easily, flow is higher due to high aggregate wear so that fatigue is higher, VFB is higher influenced by high absorption so that many cavities

are filled with asphalt. from all the characteristics of the mixture meets the 2018 Bina Marga Specifications. The results of the aggregate characteristic test show that the wear and absorption of river stones are more ideal compared to the wear and absorption of mountain stone aggregates.

Keywords : AC-WC, Marshall, Characteristics, Aggregate

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan raya pada umumnya terdiri dari beberapa lapisan dengan ketebalannya, kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang diperlukan untuk secara aman menahan beban lalu lintas di atasnya. Hal tersebut sangat berpengaruh pada agregat yang akan digunakan. Semakin banyak pembangunan yang akan dilakukan tentu semakin banyak agregat yang dibutuhkan, seperti dalam pekerjaan perkerasan jalan. Pesatnya pembangunan prasarana transportasi jalan membutuhkan material yang cukup banyak. Untuk material yang digunakan dalam pekerjaan perkerasan jalan di daerah Kabupaten Toraja Utara umumnya didatangkan dari daerah lain. Adapun material alam yang ada di Kabupaten Toraja Utara seperti batu sungai dan batu gunung tersedia cukup banyak untuk digunakan dalam pekerjaan perkerasan jalan. Kombinasi Agregat Batu Sungai Sa'dan dengan Agregat Batu Gunung Singki' dapat digunakan untuk memperbaiki jalan, terutama lapisan aspal beton, tetapi sebelumnya perlu dilakukan pengujian karakteristik pada agregat tersebut.

Agregat Sungai Sa'dan dengan Agregat Gunung Singki' dapat di jadikan sebagai bahan utama dalam campuran AC-WC. Hal tersebut untuk mengetahui kombinasi antara Agregat Sungai Sa'dan dan Agregat Gunung Singki' apakah material tersebut bisa dipakai dalam campuran AC-WC yang mengikuti spesifikasi Bina Marga 2018.

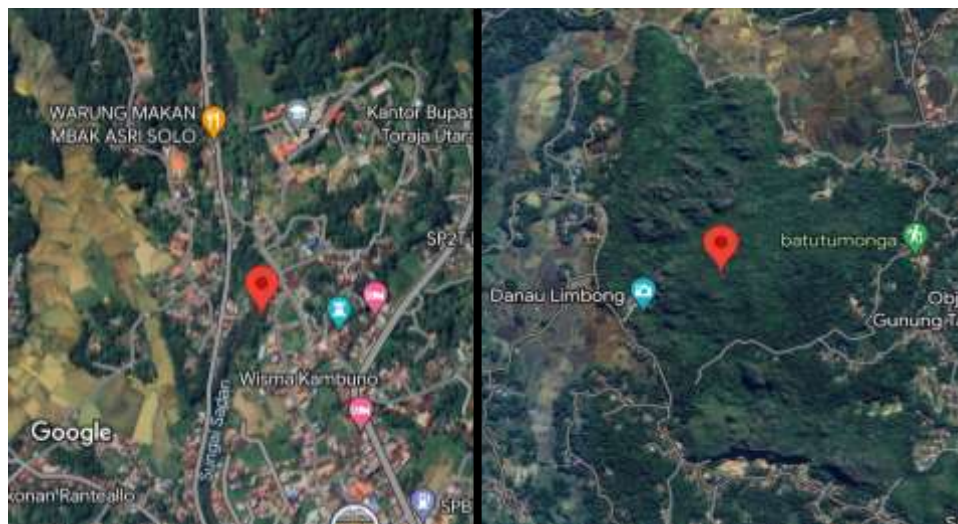
Durabilitas campuran beraspal panas dipengaruhi oleh penggunaan agregat bulat. Ini menunjukkan betapa pentingnya mempertimbangkan dengan cermat saat menggunakan material untuk meningkatkan kualitas infrastruktur jalan.[1] Hasil pemeriksaan Marshall menunjukkan komposisi campuran Laston AC-WC yang optimum, dengan KAO sebanyak 5,50%, agregat kasar 37,2%, agregat halus 51,4%, dan semen 5,4%. Seluruh parameter pengujian memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.[2] Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat dari sungai Kabupaten Luwu, memenuhi kriteria sebagai material perkerasan jalan. Untuk campuran Laston AC-WC dengan kadar aspal 5,50%, hingga 7,50%, Uji Marshall dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa campuran Laston AC-WC dengan kadar aspal optimum 7,50% memiliki IP/IKS 95,37%, yang memenuhi persyaratan Divisi 6 Spesifikasi Umum 2018.[3] Hasil pengujian Marshall Immersion menunjukkan kadar aspal 7% dan nilai stabilitas Marshall sisa 94,91%. Nilai tersebut mengikut dengan standar spesifikasi Bina Marga 2018 untuk minimal 90%.[4] Sebagai hasil dari penelitian, Batu Kali Pappa yang berasal dari Kecamatan Polong Bangkeng Utara Kabupaten Takalar memenuhi standar untuk digunakan dalam pembuatan jalan lapisan perkerasan. Pada pengujian Marshall diperoleh karakteristik campuran AC-WC dengan kadar aspal 5,50% hingga 7,50%. Dengan kadar aspal optimal 5,50%, stabilitas sisa Marshall sebesar 94,36%, sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 sebesar 90%.[5] Dengan menggunakan cangkang kijing sebesar 75% dari berat agregat, stabilitas dapat dicapai (maksimal 800kg). [6] Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat campuran AC-WC mengikuti spesifikasi Bina Marga 2018 pada setiap parameter pengujian setelah menambah variasi kadar Styrofoam 0% hingga 4%. Komposisi agregat kasar adalah 36,90%, agregat halus adalah 50%, filler adalah 5,8%, dan kadar variasi aspal yang digunakan adalah 5,5%.[7] Dengan pengujian Marshall Konvensional, nilai stabilitas minimum 1000kg pada kadar serat ijuk 4,77%, nilai stabilitas maksimum 1581,13kg dikadar serat ijuk 2,20%, nilai VIM terendah pada kadar serat ijuk 12,04%, nilai *flow* minimum pada kadar serat ijuk 5,07%, dan nilai VFB sudah mencapai batas minimum yaitu 65% dari kadar serat ijuk 0–4%. Jadi, serat ijuk layak digunakan.[8] Penggunaan FABA sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC adalah salah satu cara agar terjadi pengurangan limbah yang dihasilkan dari hasil bakar batu bara. Variasi FABA 25% memiliki *density* terbaik, dengan rentang 2,040–2,062gr/cm³ dan rata-rata

2,052gr/cm³. Variasi FABA 50% memiliki VMA terbaik, dengan rentang 17,888–19,308% dan rata-rata 18,556%.[9] Nilai marshall pada sampel dengan perendaman tidak berubah secara signifikan dibanding dengan sampel normal. Nilai marshall untuk semua kadar aspal memenuhi kriteria sedangkan nilai *flow* hanya 5,5% dan 6%. [10]. Kelebihan dari aspal beton yaitu kedap air, fleksibilitas tinggi, ramah lingkungan, dan tahan terhadap gempa [11,12,13,14,15].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Material

Material batu sungai dikumpulkan dari Sungai Sa'dan, yang berlokasi di Kecamatan Sa'dan Kabupaten Toraja Utara. Sedangkan untuk material batu gunung diambil dari Gunung Singki' yang berada di Kecamatan Rantepao Kabupaten Toraja Utara. Pengambilan agregat di lokasi masing-masing menggunakan kendaraan roda empat. Pengambilan agregat dilakukan secara manual menggunakan tangan lalu dikumpulkan dalam karung.



Gambar 1. Lokasi Pengumpulan Material

B. Perancangan Komposisi Campuran AC-WC

Bahan dan material yang di gunakan dalam lapisan aspal yakni:

1. Pemakaian Agregat diperoleh dari Sungai Sa'dan dan Gunung Singki'.
2. Aspal Penetrasi 60/70 sebagai bahan ikat
3. Semen.

C. Pembuatan Benda Uji Campuran AC-WC.

Berikut komposisi yang akan digunakan pada pembuatan benda uji:

Tabel 1. Jumlah benda uji

Kombinasi Agregat		Jumlah Benda Uji (buah)
Batu Sungai (%)	Batu Gunung (%)	Pengujian Marshall Konvensional
100	0	3
75	25	3
50	50	3
25	75	3
0	100	3
Total		15



Gambar 2. Benda uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Material

Berikut adalah hasil karakteristik agregat sungai dan agregat gunung.

Tabel 2. Karakteristik agregat

NO	Pengujian	Metode	Spesifikasi umum bina marga 2018		satuan	Hasil pe nelitian		keterangan
			min	max		Batu gunung	Batu sungai	
1	Keausan Agregat							
	Fraksi A	SNI 2471-2008	-	40	%	14.22	10.8	Memenuhi
	Fraksi B	SNI 2471-2008	-	40	%	13.78	10.54	Memenuhi
	Fraksi C	SNI 2471-2008	-	40	%	13.1	8.56	Memenuhi
	Fraksi D	SNI 2471-2008	-	40	%	12.18	9.74	Memenuhi
2	Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar							
	Bulk	SNI 1969: 2016	2,5	-	%	2.58	2.58	Memenuhi
	SSD	SNI 1969: 2016	2,5	-	%	2.6	2.64	Memenuhi
	Apparent	SNI 1969: 2016	2,5	-	%	2.72	2.69	Memenuhi
	Penyerapan	SNI 1969: 2016	-	3	%	1.92	1.23	Memenuhi
3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus							
	Bulk	SNI 1970:2016	2,5		%	2.53	2.52	Memenuhi
	SSD	SNI 1970:2016	2,5		%	2.59	2.61	Memenuhi
	Apparent	SNI 1970:2016	2,5		%	2.69	2.68	Memenuhi

	<i>t</i>								
	Penyerapan	SNI 1970:2016	2,5		%	2,25	1.72		Memenuhi
4	Analisa Saringan								
	1/2"	SNI ASTM C136: 2012	90	100	%	94.4	95.60		Memenuhi
	3/8"		77	90	%	84.13	82.87		Memenuhi
	No.4		53	69	%	58.41	63.59		Memenuhi
	No.8		33	53	%	47.08	38.92		Memenuhi
	No.16		21	40	%	35.20	25.80		Memenuhi
	No.30		14	30	%	25.22	18.78		Memenuhi
	No.50		9	22	%	18.47	12.53		Memenuhi
	No.100		6	15	%	11.58	9.42		Memenuhi
	N0.200		4	9	%	7.54	5.46		Memenuhi
	PAN		0	0	%	0	0		Memenuhi
5	Uji Agregat Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C136:2012		-10 %	3.2	2.2		Memenuhi
6	Pengujian Nilai Setara Pasir								
	Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	50	-	%	97.4	98.21		Memenuhi
	Kadar Lumpur		-	5		2.6	1,79		Memenuhi
	Partikel Pipih								
	3/4"	ASTM D-4791-10		-	10 %	5.7	5.67		Memenuhi
	1/2"	Perbandingan 1:5		-	10 %	6.78	6.16		Memenuhi
	3/8"			-	10 %	7.04	5.51		Memenuhi
7	4-Jan			-	10 %	0,00	0,00		Memenuhi
	Partikel kelongan								
	3/4"	ASTM D-4791-10		-	10 %	5.77	5.33		Memenuhi
	1/2"	Perbandingan 1:5		-	10 %	6.32	6.8		Memenuhi
	3/8"			-	10 %	7.11	6.23		Memenuhi
	4-Jan			-	10 %	0,00	0,00		Memenuhi
8	Kelekatan Aspal		SNI 2439-2011		95	- %	95	96	Memenuhi
9	Berat Jenis <i>Filler</i>		SNI ASTM C136:2012		2.5	- %	2.63		Memenuhi

Berikut adalah hasil pengujian karakteristik aspal.

Tabel 3. Karakteristik aspal

Jenis Pengujian	Metode	Spesifikasi Bina		Satuan	Hasil Pengujian	Keterangan
		Marga				
		Min	Maks			
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456-2011	60	79	(0,1) mm	66,6	Memenuhi
Daktilitas pada 25 °c	SNI 2432-2011	≥ 100		Cm	141,6	Memenuhi
Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48		°C	58	Memenuhi
Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232		°C	270	Memenuhi
Berat Jenis Aspal	SNI 2441-2011	≥ 1,0			1.058	Memenuhi
Berat Yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8		%	0.39	Memenuhi

Penetrasi pada TFOT	SNI 2456-2011	≥ 54	% semula	66,6	Memenuhi
---------------------	---------------	-----------	----------	------	----------

B. Karakteristik Campuran

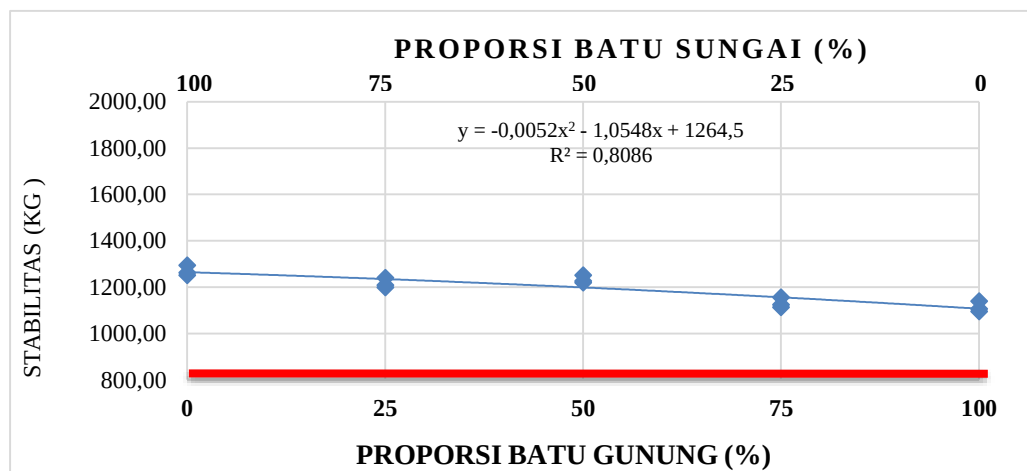
1. Analisa Terhadap Stabilitas

Kemampuan campuran sebagai penopang terhadap pembebanan lalu lintas tanpa perubahan bentuk disebut sebagai stabilitas.

Tabel 4. Nilai Stabilitas

Perbandingan Batu Gunung dan Batu Sungai (%)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Stabilitas	1261.48	1240.27	1219.07	1123.67	1106.56
	1250.87	1208.47	1226.49	1113.07	1139.75
	1293.28	1197.87	1250.87	1155.47	1095.49
Rata-Rata	1268.54	1215.54	1232.15	1130.73	1113.93
Persyaratan	Min 800 (kg)				

Nilai stabilitas untuk perbandingan 100:0 sebanyak 1268.54 kg kemudian menurun ketika menggunakan perbandingan 75:25 sebanyak 1215.54 kg. ketika perbandingannya 50:50 terjadi peningkatan sebanyak 1232.15 kg kemudian menurun hingga 1130.73 ketika 25:75 dan terus menurun ketika perbandingan 0:100 yakni 1113.93 kg.



Gambar 3. Grafik Hubungan Proporsi Batu Gunung & Batu Sungai Terhadap Nilai Stabilitas

Semakin tinggi proporsi batu gunung maka stabilitas semakin rendah, karena keausan agregat batu gunung lebih tinggi dari batu sungai. Hasil pengujian menunjukkan nilai Stabilitas memenuhi persyaratan. Adapun kadar aspal yang dipakai adalah kadar aspal 6.5% dengan perbandingan batu gunung dan batu sungai: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 dari penelitian ini diperoleh nilai Stabilitas antara 1113,93 kg-1268,54 kg.

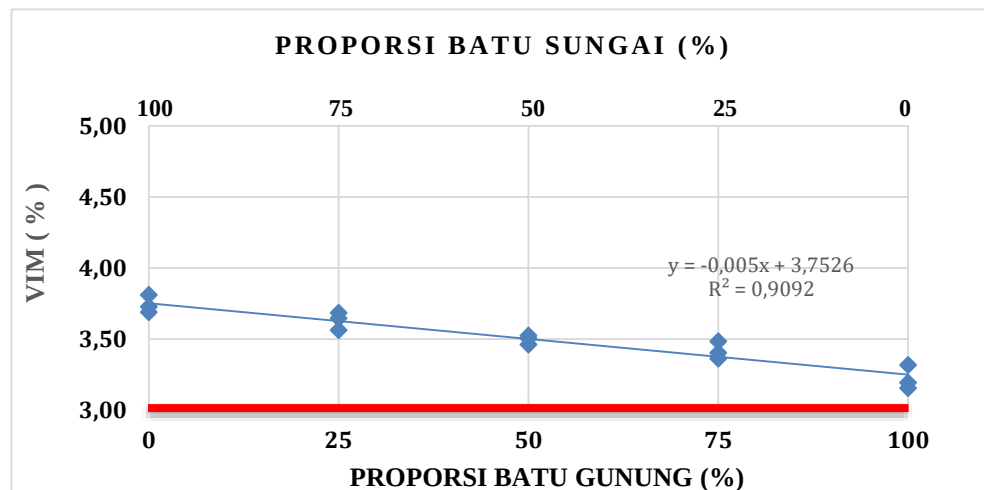
2. Analisis Untuk VIM (Void In Mixture)

VIM merupakan banyaknya pori-pori yang ditemukan pada beton aspal ketika sudah melalui pemadatan. Kombinasi tersebut menimbulkan banyak rongga karena angka VIM yang besar dan kadar aspal yang sedikit, sehingga tidak mampu menahan beban berulang. Selain mengurangi jumlah rongga, penggunaan banyak aspal memberi perubahan terhadap bentuk plastis campuran, yang mempengaruhi kemampuan pencampuran.

Tabel 5. Nilai VIM

Perbandingan Batu Gunung Dan Batu Sungai(%)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
	3.69	3.65	3.50	3.36	3.19
VIM	3.81	3.56	3.52	3.48	3.15
	3.73	3.68	3.46	3.40	3.32
Rata-Rata	3.74	3.63	3.49	3.41	3.22
Persyaratan	3 - 5 (%)				

Nilai VIM untuk perbandingan 100:0 sebanyak 3.74% kemudian menurun ketika menggunakan perbandingan 75:25 sebanyak 3.63%. ketika perbandingannya 50:50 terjadi penurunan sebanyak 3.49% kemudian menurun hingga 3.41% ketika 25:75 dan terus menurun ketika perbandingan 0:100 yakni 3.22%



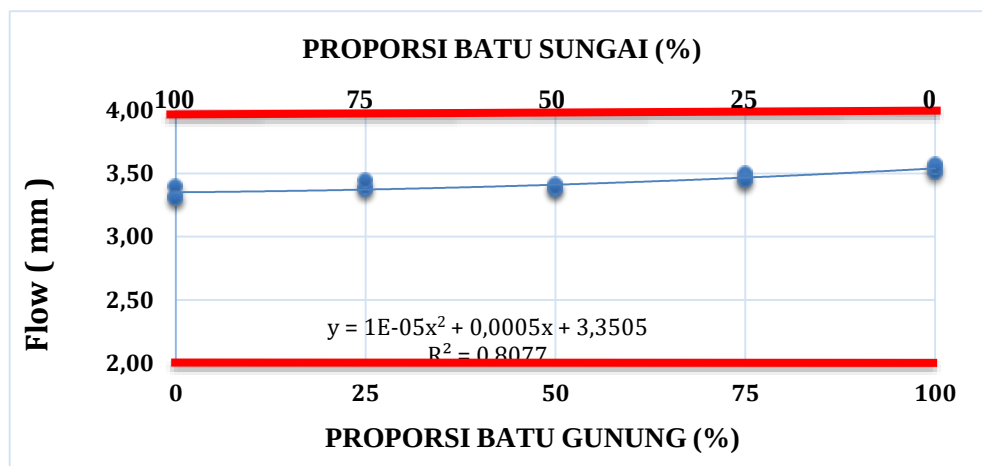
Gambar 4. Grafik Hubungan Proporsi Batu Gunung dan Batu Sungai Terhadap Nilai VIM

Dengan menggunakan kadar 6,5% dengan perbandingan batu gunung dan batu sungai: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0:100, diperoleh nilai VIM antara 3,22% - 3,74%. Menurut Gambar 8 . kesimpulannya bahwa semakin banyak batu gunung yang difungsikan menimbulkan angka VIM semakin Menurun di karenakan keausan batu gunung lebih tinggi dari batu sungai sehingga membuat nilai VIM semakin menurun.

3. Analisis terhadap Flow

Tabel 6. Angka Flow

Perbandingan Batu Gunung dan Batu Sungai(%)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
	3.32	3.37	3.41	3.50	3.51
Flow	3.40	3.39	3.37	3.46	3.57
	3.30	3.44	3.39	3.44	3.55
Rata-Rata	3.34	3.40	3.39	3.47	3.54
Persyaratan	(2-4 mm)				



Gambar 5. Grafik Hubungan Proporsi Batu Gunung & Batu Sungai Terhadap Nilai *Flow*

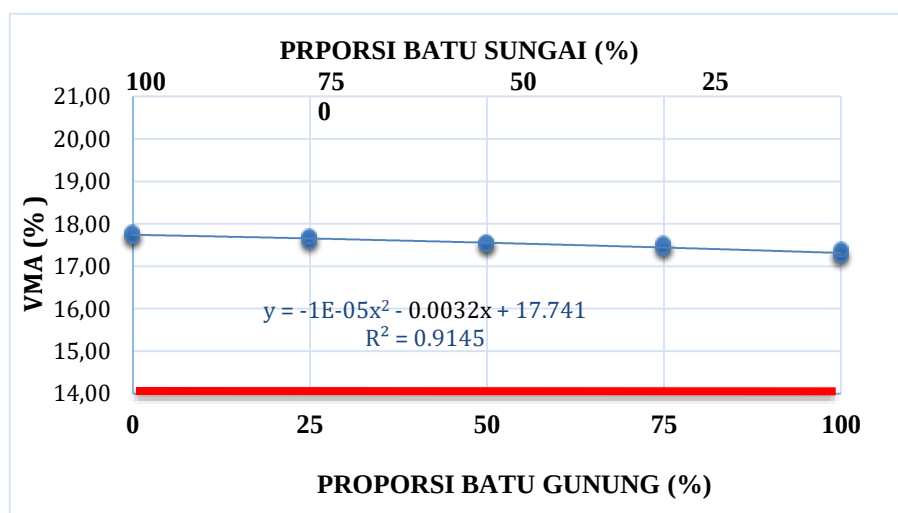
Dengan menggunakan kadar aspal 6.50% dengan perbandingan batu gunung dan batu sungai:100:0, 75:25,50:50,25:75, 0:100,dan diperoleh nilai *Flow* antara 3,34% - 3,54%. Pemakaian batu gunung yang banyak mengakibatkan bertambahnya nilai kelelahan plastis (*flow*), dikarenakan keausan batu gunung lebih tinggi dari pada batu sungai sehingga mengakibatkan kelelahan plastis meningkat .

4. Analisis Untuk VMA

VMA didefenisikan sebagai volume pori-pori beton aspal yang sudah mengalami pemadatan dan dinyatakan dalam persentase setelah semua lapisan yang dipadatkan telah hilang.

Tabel 7. Nilai VMA

Perbandingan Batu Gunung Dan Batu Sungai (%)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
VMA	17.70	17.66	17.54	17.42	17.28
	17.80	17.59	17.56	17.53	17.24
	17.73	17.70	17.51	17.46	17.38
Rata-Rata	17.74	17.65	17.53	17.46	17.30
Persyaratan	Min 14 (%)				



Gambar 6. Grafik Hubungan Proporsi Batu Gunung & Batu Sungai Terhadap Nilai VMA

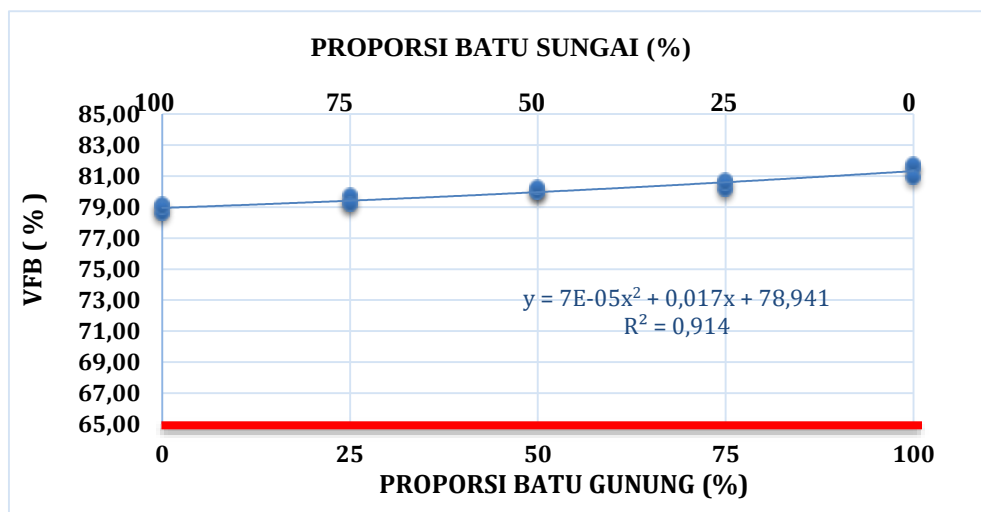
Dengan menggunakan kadar aspal kadar 6,5% dengan perbandingan batu gunung dn batu sungai: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0:100 diperoleh nilai VMA antara 17,30% - 17,74% Aspal tidak hanya menyelimuti agregat (aspal efektif), tetapi juga mengisi rongga di dalam dan di antara agregat.

5. Analisis VFB

Karena nilai pengisian aspal yang begitu tinggi maka semakin besar pula nilai VFB maka campuran semakin kedap terhadap udara dan air.

Tabel 8. Angka VFB

Perbandingan Batu Gunung dan Batu Sungai (%)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
VFB	79.16	79.36	80.02	80.70	81.51
	78.60	79.75	79.93	80.12	81.71
	78.98	79.18	80.23	80.51	80.92
Rata-Rata	78.91	79.43	80.06	80.44	81.38
Persyaratan	Min 65 (%)				



Gambar 7. Grafik Hubungan Proporsi Batu Gunung & Batu Sungai Terhadap Nilai VFB

Dengan menggunakan nilai kadar aspal 6,5% dengan perbandingan batu gunung dan batu sungan: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0:100 diperoleh nilai VFB antara 78,91% - 81,38%. Nilai VFB berkorelasi positif dengan proporsi batu gunung. Hal ini terjadi karena penyerapan agregat batu gunung lebih tinggi dari pada batu sungai sehingga dicampuran menimbulkan celah-celah dalam campuran semakin terisi aspal apa bila proporsi batu gunung lebih banyak. Begitupun sebaliknya semakin sedikit proporsi batu gunungnya maka akan semakin sedikit rongga-rongga yang terisi aspal

PEMBAHASAN

A. Karakteristik Bahan

Persyaratan Bina Marga 2018 terpenuhi berdasarkan hasil uji karakteristik material untuk agregat kasar, agregat halus dari Sungai Sa'dan dan Gunung Singki', filler semen Portland, dan aspal dengan penetrasi 60/70.

Keausan agregat batu sungai lebih kecil dari keausan agregat batu gunung, itu sangat berpengaruh terhadap stabilitas dan *flow*. Penyerapan agregat batu gunung lebih tinggi dibandingkan dengan agregat batu sungai, itu sangat berpengaruh terhadap VIM, VMA, dan VFB.

B. Karakteristik Campuran AC-WC

Berikut ini adalah hasil pemeriksaan sifat campuran AC-WC dengan menggunakan uji Marshall konvensional :

1. Stabilitas

Berdasarkan Tabel 4 diketahui nilai stabilitas mulai dari 1113,93 kg sampai 1268,54 kg nilai stabilitas tersebut memenuhi spesifikasi. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai stabilitas semakin menurun jika proporsi batu gunung bertambah. Hal ini disebabkan oleh keausan agregat batu gunung yang lebih besar dibanding keausan batu kali.

2. *Flow*

Berdasarkan Tabel 6 diketahui nilai *flow* mulai dari 3,30 mm sampai 3,55 mm. Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *flow* mengalami peningkatan itu disebabkan oleh keausan agregat. Semakin tinggi keausan suatu agregat, maka *flow* akan naik begitupun sebaliknya.

3. VIM (*Void In Mixture*)

Berdasarkan Tabel 5 Nilai VIM terkecil yaitu 3,22% berada pada perbandingan 0:100 dan nilai VIM terbesar yaitu 3,74% berada pada perbandingan 100:0. Berdasarkan Gambar 4 menunjukan bahwa nilai VIM mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena keausan agregat batu gunung yang lebih besar dibanding batu sungai.

4. VMA (*Void in Mineral Agregate*)

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai VMA terbesar yaitu 17,74 % dan nilai VMA terkecil yaitu 17,30%. Berdasarkan Gambar 6 persamaan garis kurva menunjukkan bahwa VMA mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh keausan agregat batu gunung yang lebih besar dibanding keausan batu sungai.

5. VFB(*Void Filled with Bitument*)

Berdasarkan Tabel 8 diketahui nilai VFB berkisar antara 78,91% sampai 81,38%. Nilai tersebut memenuhi spesifikasi. Berdasarkan gambar 7 persamaan garis kurva nilai VFB mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh keausan agregat batu gunung yang lebih besar di bandingkan dengan keausan agregat batu sungai.

KESIMPULAN

Berat jenis *filler* mencapai Spesifikasi Bina Marga 2018 dan karakteristik agregat Batu Sungai Sa'dan dan Gunung Singki' serta penetrasi aspal 60/70. Kombinasi AC-WC mempunyai KAO 6,50% dan tersusun atas agregat kasar 37,05%, agregat halus 50,60%, dan *filler* 5,85%. Nilai Karakteristik campuran AC-WC yaitu nilai VIM 3,22% sampai 3,74% mengalami penurunan disebabkan oleh tingginya keausan agregat batu gunung, nilai Stabilitas sebesar 1113,93 kg sampai 1268,54 kg mengalami penurunan disebabkan oleh keausan agregat batu gunung yang tinggi, nilai VMA sebesar 17.30% sampai 17.74% mengalami penurunan disebabkan oleh penyerapan agregat batu gunung yang tinggi, nilai VFB sebesar 78,91% sampai 81,38% mengalami peningkatan disebabkan oleh penyerapan agregat batu gunung yang tinggi dan nilai *flow* sebesar 3,34 sampai 3,54 mm mengalami peningkatan disebabkan oleh keausan agregat batu gunung yang tinggi.

REFERENSI

- [1] K. R. Bela, "Analisis Nilai Durabilitas Lataston HRS-WC dan Laston AC-WC menggunakan Material Agregat Bulat pada Pemadatan Sedang," *publ. ris. n.a. politek. n.a. prot.*, vol. 6, no. 1, pp. 30–38, Jun. 2024, doi: 10.26740/proteksi.v6n1.p30-38.
- [2] M. Pampanglangi, Alpius, and C. Kamba, "Karakteristik Batu Gunung Posi'padang Balla Kabupaten Mamasa Yang Menggunakan Campuran Laston AC-WC," *pcej*, vol. 4, no. 3, pp. 479–487, Nov. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i3.525.
- [3] I. M. Batara, R. Mangontan, and Alpius, "Pemanfaatan Agregat Sungai Lamasi Kabupaten Luwu Sebagai Campuran Lapisan Aspal Beton AC-WC," *pcej*, vol. 2, no. 3, pp. 171–179, Oct. 2020, doi: 10.52722/pcej.v2i3.144.
- [4] S. B. Mallua', R. Rachman, and Alpius, "Pemanfaatan Agregat Sungai Masanda dalam Campuran AC – WC dengan Bahan Pengisi Abu Buah Aren," *pcej*, vol. 4, no. 3, pp. 401–410, Oct. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i3.504.
- [5] N. Ro'son, R. Rachman, and Alpius, "Pemanfaatan Batu Sungai Pappa Kecamatan Polong Bangkeng Utara, Kabupaten Takalar Dalam Campuran AC - WC," *pcej*, vol. 5, no. 1, pp. 40–49, Mar. 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i1.589.
- [6] C. N. Azka and P. P. Junita, "Pemanfaatan Pemanfaatan Cangkang Kijing (Pilsbryoconcha Exilis) Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Campuran Lapisan AC-WC," *device*, vol. 12, no. 2, pp. 33–42, Nov. 2022, doi: 10.32699/device.v12i2.3188.
- [7] S. D. Permasi, Alpius, and L. E. Radjawane, "Pengaruh Penambahan Styrofoam pada Campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Pattunuang Maros," *pcej*, vol. 4, no. 4, pp. 666–675, Dec. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i4.552.
- [8] Y. K. Rupa, Alpius, and Elizabeth, "Pengaruh Serat Ijuk Pada Campuran AC–WC Dengan Menggunakan Batu Gunung Bulu Tajongi," *pcej*, vol. 5, no. 2, pp. 343–351, Jun. 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i2.644.
- [9] I. A. Syarif and A. Huldayani, "Penggunaan Fly Ash Dan Bottom Ash Sebagai Bahan Subtitusi Material Campuran Beton Aspal Lapis Aus (Ac-Wc)," *CESJ*, vol. 2, no. 3, pp. 140–151, Sep. 2024, doi: 10.35334/cesj.v2i3.4262.
- [10] S. Maulin, A. Raidyarto, and S. Riswanto, "The Effect Of Seawater Soaking On The Stability Of Ac-Wc Mixtures Using Koya Aggregate, Jayapura City," *JTSP*, vol. 1, no. 2, pp. 75–86, Nov. 2023, doi: 10.55098/jtsp.v1i2.484.
- [11] Eswan, Sakti, M. Ramli, and S. Rauf, "Characteristics of Asphalt Mixed Using Mountain Stone," *Civil Engineering Journal*, vol. 7, no. 2, 2021, doi: 10.28991/cej-2021-03091652.
- [12] Desvita, Djakfar, Wisnumurti, and Prasetya, "The Effect of Adding Calcium Alginate Microcapsules on Permanent Deformation of AC-WC Natural Asphalt Buton Stone in Indonesia", *Journal of Southwest Jiatong University*, vol.57, no.1, 2022.
- [13] A. Massara, Bulgis, and A.R. Setiawan, "The Marshall Characteristics of Mixed Asphalt Concrete-Wearing Course Using Kudo Gum Additive". *Civil Engineering and Architecture*, vol. 12, no.1, 2024, DOI: 10.13189/cea.2024.120109.
- [14] A. Sihombing, et.al. "Effect of biorejuvenator types on microstructure, mechanistic performance, and resilient modulus prediction model of asphalt concrete containing recycled materials in Indonesia", *Journal of King Saud University*, vol.36, no.3, 2024.

- [15] U. A. Pratama, S. M. Saleh, and Y. Darma, "The Durability of Asphalt Concrete Mix (AC-WC) Using Fly Ash from Coal Bottom Ash as Filler Substitution.", *Nano World Journal*, vol. 9, no.2, 2023, doi.org/10.17756/nwj.2023-s2-026.