

Karakteristik Campuran AC-WC dengan Menggunakan Batu Gunung Ko'lan Kabupaten Toraja Utara

Hanna. M. Singgih ^{*1}, Elizabeth ^{*2}, Roland Paranna ^{*3}

^{*1,2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia elizabethbongga5173@gmail.com dan hanna@ukipaulus.ac.id

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

Corresponding Author: rollandparanna@gmail.com

Abstrak

Pada studi ini, material yang digunakan berasal dari Gunung Ko'lan Kabupaten Toraja Utara. Karena material Gunung Ko'lan belum digunakan sepenuhnya, masyarakat di sekitar lokasi hanya menggunakannya untuk konstruksi berskala kecil, misalnya pondasi. Studi ini dimaksudkan agar karakteristik agregat diketahui serta komposisi pencampuran AC-WC, serta nilai karakteristik AC-WC dalam pengujian *Marshall* Konvensional berdasarkan pengujian laboratorium. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode *Marshall* Konvensional untuk mendapatkan sifat pencampuran, memperoleh nilai Stabilitas *Marshall* Sisa (SMS). Hasil penelitian berdasarkan karakteristik agregat, mencapai persyaratan Bina Marga Tahun 2018 merujuk pada SNI 06-2489-1991 tentang uji pencampuran beraspal menggunakan Alat *Marshall*. Berdasarkan komposisi dalam pencampuran AC-WC untuk agregat kasar 30,72%, agregat halus 57,36%, serta *filler* 5,42%. Berdasarkan hasil uji sifat karakteristik *Marshall* Konvensional pencampuran AC-WC diperoleh nilai untuk KAO 6,50%, VIM 3,52%, Stabilitas 1462,23kg, VMA 17,34%, VFB 79,73% dan *flow* 2,26 mm.

Kata kunci : Karakteristik, Agregat, AC –WC, *Marshall*.

Abstract

Roads are important for humans because they make all activities easier. The Ministry of Public Works proposes increasing the use of local road pavement materials to avoid importing aggregates from outside the region. In this study, the materials used were produced from Mount Ko'lan, North Toraja Regency. Because the Mount Ko'lan aggregate has not been fully used, people around the site only use it for small-scale construction, for example foundations. This study is intended to determine the characteristics of the aggregate as well as the composition of the AC-WC mixture, as well as the AC-WC characteristic values in the Conventional *Marshall* test based on laboratory tests. The method used in this research is the Conventional *Marshall* method to obtain mixing properties, obtaining Residual *Marshall* Stability (SMS) values. The research results are based on aggregate characteristics, achieving the 2018 Bina Marga requirements referring to SNI 06-2489-1991 concerning asphalt mixing tests using the *Marshall* Tool. Based on the composition of the AC-WC mixture for coarse aggregate 30.72%, fine aggregate 57.36%, and filler 5.42%. Based on the results of the conventional *Marshall* characteristic properties test for AC-WC mixing, the values for KAO were 6.50%, VIM 3.52%, Stability 1462.23kg, VMA 17.34%, VFB 79.73% and flow 2.26 mm

Keywords : Characteristics, Aggregate, AC –WC, *Marshall*.

PENDAHULUAN

Sarana transportasi darat yang semakin banyak digunakan untuk meningkatkan ekonomi, sosial, dan budaya adalah jalan raya. Berdasarkan fungsinya, jalan menghubungkan suatu tempat dengan tempat lain dan menunjang kelancaran aktivitas masyarakat sehari-hari. Maka itu, untuk menjamin kondisi lalu lintas yang aman dan nyaman serta keselamatan lalu lintas kendaraan, pemeliharaan jaringan jalan harus diawasi dengan baik. Material yang sering digunakan saat membangun jalan di Kabupaten Toraja Utara adalah yang dibawa dari luar daerah sehingga mengeluarkan banyak biaya akan pengadaan material, padahal jika kita lihat salah satu daerah dengan dataran tinggi ialah Toraja Utara yang di kelilingi pegunungan yang pastinya memiliki material- material yang di butuhkan dalam konstruksi perkerasan jalan. Sekarang ini Kementerian PUPR merekomendasikan pemanfaatan sumber daya alam lokal. Hal ini dilakukan untuk tidak hanya menutupi kenaikan biaya untuk membeli barang-barang, tetapi bisa juga membukakan tempat kerja untuk warga di sekitar lokasi tersebut.

Gunung Ko'lan yang ada di wilayah Kabupaten Toraja Utara adalah tempat dengan kekayaan alam yang melimpah tetapi warga sekitar belum memanfaatkan sumber tersebut. Di Kabupaten Toraja Utara, bentuk perkerasan jalan yang banyak dipakai ialah perkerasan jalan lentur karena menyesuaikan kondisi medan dari Kabupaten Toraja Utara yang merupakan daerah pegunungan. Aspal adalah jenis perkerasan lentur yang paling umum dan dipakai untuk pelapisan jalan yang terbentuk dari pencampuran aspal, agregat, dan *filler*. Akibatnya, penelitian ini akan melakukan uji campuran AC-WC menggunakan batuan gunung untuk mengetahui kualitas agregat dan apakah cocok digunakan sebagai bahan konstruksi infrastruktur transportasi. Terutama lapisan aspal campuran AC-WC.

Semua karakteristik yang diuji dari agregat gunung Tambolang mencapai ketentuan yang dijadikan acuan dalam pengujian, menurut penelitian yang dilakukan oleh Merdi Indra Asrinto. Hasil uji *marshall immersion* dengan KAO untuk AC-WC sebanyak 7,5% dan Stabilitas *Marshall* Sisa (SMS) sebanyak 96,52%. [1]. Hasil uji *Marshall Konvensional* dan *Marshall Immersion* mencapai persyaratan yang telah ditetapkan untuk komponen pencampuran AC-WC, yaitu KAO 5,50%, agregat kasar 37,2%, agregat halus 51,4%, dan bahan pengikat semen 5,4%, menurut penelitian Marten Pampanglangi. [2]. Uji *Marshall* menentukan persentase sifat *Marshall* pencampuran LATASTON HRS-WC Gradasi Senjang dan Semi Senjang. Angka stabilitas 1680,29 kilogram dan 1347,92 kilogram, nilai VMA 18,14% dan 18,14%, nilai *flow* 4,70 milimeter (senjang) dan 4,40 milimeter (semi senjang), dan indeks kekuatan aspal 7,6%. [3]. Uji Perendaman *Marshall* pencampuran AC – WC dengan menggunakan agregat Batu Gunung Bou Buya Kabupaten Poso sudah mencapai syarat yang ditentukan yaitu sebanyak 98,04%. [4]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sifat pencampuran Iaston WC untuk kadar 5,50 % hingga 7,50% serta Stabilitas *Marshall* Sisa sebanyak 97,24% mencapai persyaratan yang telah ditetapkan. [5]. pada proses pemeriksaan *Marshall immersion* pencampuran AC-WC untuk KAO 7,0 % dihasilkan nilai Perendaman atau Indeks Kekuatan Sisa (IKS) atau Durabilitas sebanyak 95,74 % mencapai ketentuan yaitu 90% dan mencapai persyaratan Bina Marga 2018 merujuk pada SNI 06-2489-1991 . [6]. Pengujian *Marshall* secara *konvensional* menghasilkan analisis pada butir uji dengan persentase stabilitas minimal kadar 5% yang mencapai ketentuan. Kesimpulannya bahwa serat ijuk bisa dipakai dalam penambahan material. [7]. Hasil uji perendaman *Marshall* pada pencampuran AC-BC untuk KAO 5,50% menunjukkan stabilitas sisa *Marshall* sebanyak 96,47% mencapai batas minimal 90% persyaratan yang dijadikan acuan. [8]. Uji perendaman *Marshall*, yang menggunakan metode uji *Marshall*, menghasilkan hasil dengan variasi waktu perendaman antara 0,5 dan 60 jam, dan nilai ketahanan antara 95,02% dan 86,34%. Dengan demikian, keawetan campuran menurun seiring dengan waktu perendaman. Penyebabnya karena jumlah pori serta rongga yang diisi oleh air. Akibatnya, pencampuran menjadi kedap atau gampang rusak. [9]. Penelitian oleh Wendani, Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* secara konvensional diketahui bahwa sifat-sifat campuran aspal mencapai persyaratan yaitu kestabilan, *flow*, VIM dan VFB, namun VMA tidak mencapai ketentuan untuk kadar 5,00%. [10].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Agregat

Agregat diambil dari Gunung Ko'lan di Kabupaten Toraja Utara. Material diambil secara manual menggunakan sekop dan karung. Jumlah 25 kilogram batu kemudian dibawa ke laboratorium untuk diteliti.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Batu Gunung



Gambar 2. Proses Pengambilan Agregat di Lokasi

B. Komposisi Pencampuran AC-WC

Bahan dan material yang dipergunakan pada pencampuran aspal yaitu:

1. Agregat yang dipakai dihasilkan dari gunung ko"lan
2. Aspal penetrasi 60/70 dipakai sebagai pengikat.
3. *Filler* yaitu dari semen

Komponen pencampuran AC-WC merupakan pencampuran aspal panas (*hot mix*) yang didalamnya terdapat unsur terbesar yaitu agregat dan pengikat aspal, dan proses pencampurannya dilakukan dengan proses pemanasan.

C. Proses Membuat Sampel Dalam Campuran AC-WC

Pada proses uji *Marshall*, jenis campuran bahan uji yang dipakai yaitu pencampuran aspal panas (*Hot Mix*) AC-WC sebanyak 18 sampel.

Tabel 1. Total Sampel dalam Pencampuran AC-WC

AC-WC
Banyaknya Sampel

Kadar Aspal	Uji Marshall Konvensional	Uji Marshall Immersion
5,5%	3	
6,0%	3	
6,5%	3	
7,0%	3	
7,5%	3	3
Jumlah	15	3



Gambar 2. Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Material

Tabel 2. Karakteristik Agregat dan *Filler*

No.	Pengujian	Metode	Spesifikasi Umum 2018		Satuan	Hasil Penelitian	Keterangan
			Min	Max			
Keausan Agregat							
1.	Fraksi A	SNI 2417:2008	-	40	%	14.6	Memenuhi
	Fraksi B					19.8	
	Fraksi C					17.38	
	Fraksi D					12.68	
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar							
2.	<i>Bulk</i>	SNI 1969:2008	2,5	-		2,72	Memenuhi
	SSD					2,76	
	<i>Apparent</i>					2,83	
	Penyerapan					1,36	
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus							
		SNI 1970:2008	2,5	-		2,63	Memenuhi
			2,5	-		2,69	
			2,5	-		2,79	

	<i>Bulk</i>		-	3		2,15	
	<i>SSD</i>						
	<i>Apparent</i>						
	Penyerapan				%		
	Analisa Saringan						
	AC-WC		-	-			
	3/4"		100			100	
	1/2"		90	100		94,92	
	3/8"		77	90		82,51	
3.	No.4	<i>SNI ASTM</i>	53	69		55,69	Memenuhi
	No.8	<i>C136:2012</i>	33	53	%	44,23	
	No.16		21	40		31,02	
	No.30		14	30		22,19	
	No.50		9	22		15,63	
	No.100		6	15		113,56	
	No.200		4	9		6,19	
	PAN		0	0		0,00	
4.	Uji Agregat Lolos Ayakan No.200	<i>SNI ASTM C117:2012</i>	-	10	%	1,6	Memenuhi
5.	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	<i>SNI 03-4428-1997</i>			%		Memenuhi
	Kadar Lumpur		-	5		4,76	
6.	Partikel Pipih						
	3/4"					9,57	
	1/2"		-	10	%	8,04	
	3/8"					3,23	
	¼						Memenuhi
	Partikel Lonjong						
	3/4"					8,95	
	1/2"		-	10	%	9,45	
	3/8"					4,71	
	1/4"						
7.	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	<i>SNI 2439-2011</i>	95	-	%	95	Memenuhi
8.	Pemeriksaan Berat Jenis Filler semen	<i>SNI 03-1969-1990</i>	3,08	-	%	3,06	Memenuhi

Tabel 3. Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spesifikasi Bina Marga 2018	Satuan	Ket
Penetrasi pada suhu	SNI 2456-	65,7	60-70	0,1mm	
Daktilitas Pada Suhu	SNI 2432-	150	≥100	Cm	Memenuhi
Titik Lembek Aspal	SNI 243 4-	54	≥48	°C	Memenuhi
Titik Nyala (°c)	SNI 2433-	240	≥232	°C	Memenuhi
Berat Jenis	SNI 2441-	1,016	≥1.0		Memenuhi
Berat Yang Hilang	SNI 06-2441-	0,184	≤0.8	%	Memenuhi
Penetrasi pada suhu	SNI 2456-	84,47	≥54	%	Memenuhi

B. Sifat Campuran

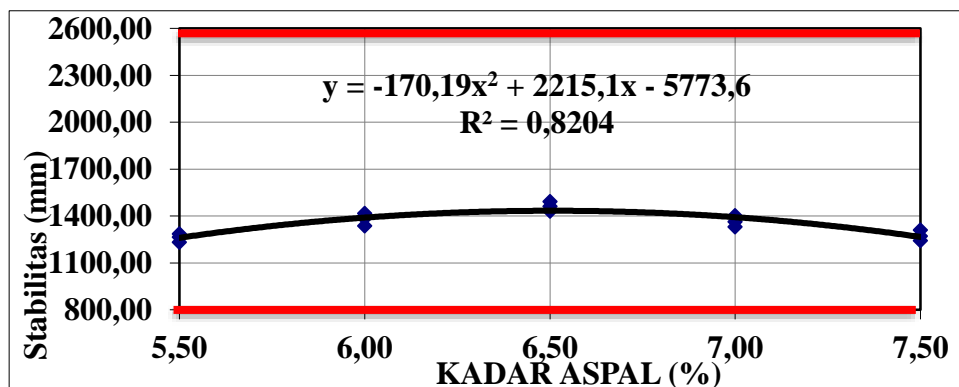
a. Analisa Terhadap Stabilitas

Stabilitas merupakan kuatnya campuran dalam menopang beban lalu lintas dengan tidak mengubah bentuknya, misalnya jalan, dan dinyatakan dalam satuan berat, atau kilogram. Adapun nilai stabilitas dinyatakan dalam bentuk kilogram dengan nilai standar ketentuan yaitu 800 kg.

Tabel 4. Persentase Stabilitas Dari Uji Sifat Pencampuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
Stabilitas	1232.80	1336.31	1431.86	1331.22	1243.15
	1265.56	1385.35	1461.47	1362.93	1271.69
	1286.37	1416.68	1493.36	1401.71	1310.71
Rata-Rata	1261.58	1379.44	1462.23	1365.28	1275.18
Persyaratan	Min 800 (kg)				

Pemakaian kadar aspal 5,50%-7,50% diketahui angka stabilitas 5,50% sebanyak 1261,58 kg, ketika kadar aspal 6,00% naik ke 1379,44 kg, pada saat kadar aspal 6,50% meningkat ke 1462,23 kg, ketika kadar aspal 7,00% menurun ke 1365,28 kg serta kadar aspal 7,50% juga menurun ke 1275,18 kg. Total persentase stabilitas untuk kadar aspal 5,5% sampai dengan 7,5% mencapai syarat yang telah ditetapkan. Untuk persentase stabilitas yang berbeda-beda, disimpulkan bahwa angka stabilitas maksimum didapatkan pada kadar 6,5% sebanyak 1462,33 kg.



Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal Terhadap Stabilitas Campuran AC-WC

b. Analisis Terhadap VIM (Void In Mixture)

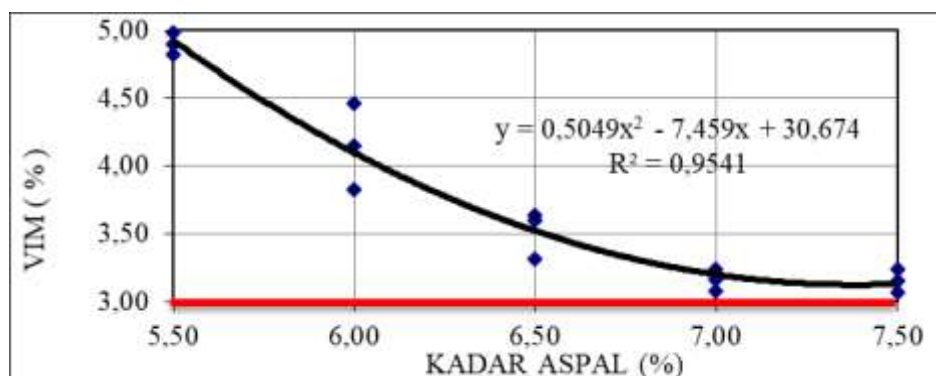
VIM adalah nilai tertinggi pori yang ada pada beton aspal padat setelah campuran dipadatkan. Persentase VIM yang besar dan kadar aspal sedikit menyebabkan banyaknya rongga yang timbul

pada pencampuran sehingga tidak mampu menerima beban berulang. Penggunaan aspal dalam jumlah besar tidak hanya mengurangi volume rongga dalam agregat, tetapi juga mengubah bentuk plastis campuran, sehingga dapat mengubah kekuatan/kinerja campuran.

Tabel 5. Persentase VIM dari Uji Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
VIM	4.82	4.46	3.63	3.08	3.07
	4.90	4.15	3.32	3.16	3.15
	4.98	3.82	3.60	3.24	3.24
Rata-Rata	4.90	4.15	3.52	3.16	3.15
Ketentuan	3 sampai 5 (%)				

Pemakaian kadar aspal 5,50% sampai dengan 7,50% menghasilkan persentase VIM pada kadar aspal 5,50% sebanyak 4,90%, ketika kadar aspal 6,00% menurun jadi 4,15%, saat 6,50% juga menurun ke 3,52%, ketika 7,00% turun ke 3,16 % serta kadar 7,50% pun menurun hingga 3,15 %. Seluruh persentase VIM ketika kadar 5,50% sampai dengan 7,50% mencapai persyaratan yang telah ditetapkan.



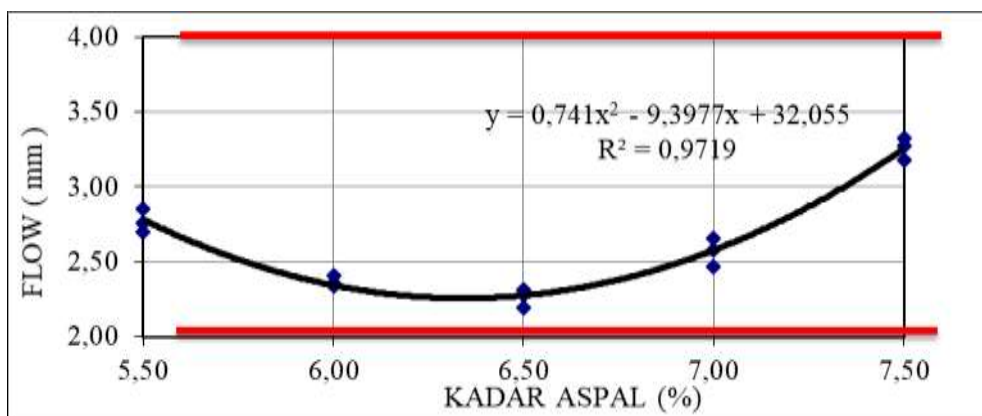
Gambar 4. Hubungan kadar aspal terhadap VIM

c. Analisis Terhadap Flow

Pemakaian kadar aspal dari 5,50% hingga 7,50% menghasilkan persentase *flow* ketika kadar aspal 5,50% sebanyak 2,77 mm, saat kadar 6,00% dihasilkan 2,37 mm, saat 6,50% menurun ke 2,26 mm, tetapi 7,00% meningkat ke 2,57 mm serta kadar aspal 7,50% pun naik ke 3,26 mm.

Tabel 6. Persentase *Flow* dari Uji Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
<i>Flow</i>	2.85	2.36	2.28	2.47	3.27
	2.76	2.41	2.31	2.66	3.32
	2.70	2.34	2.19	2.58	3.18
Rata-Rata	2.77	2.37	2.26	2.57	3.26
Ketentuan	2 - 4 (mm)				



Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal Terhadap *Flow*

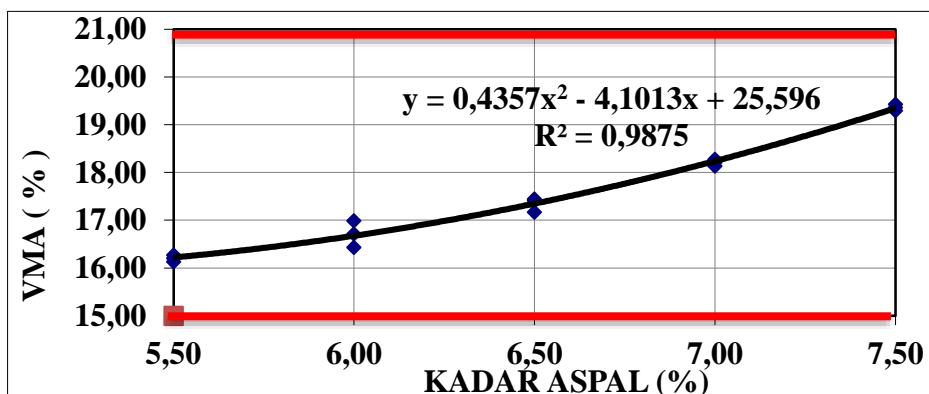
d. Analisis untuk VMA

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

Tabel 7. Persentase VMA Untuk Uji Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
VMA	16.13 16.20 16.27	16.99 16.71 16.43	17.44 17.17 17.41	18.14 18.21 18.28	19.29 19.36 19.43
Rata-Rata	16.20	16.71	17.34	18.21	19.36
Ketentuan	Minimal 15 (%)				

Pemakaian kadar aspal mulai 5,50% sampai pada 7,50% menghasilkan persentase VMA untuk kadar aspal 5,50% sebanyak 16,20%, ketika 6,00% menaik ke 16,71%, saat 6,50% meningkat menjadi 17,34% , saat 7,00% meningkat sebanyak 18,21% serta kadar aspal 7,50% juga naik hingga 19,36%. Seluruh kadar aspal mencapai persyaratan yang telah ditetapkan. Karena aspal berfungsi untuk mengisi rongga didalam serta antar agregat, jumlah aspal yang dipakai memengaruhi hal ini.



Gambar 6. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VMA

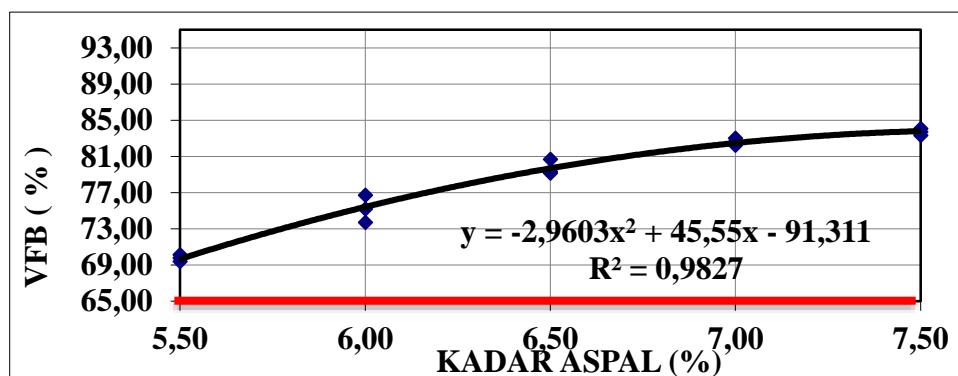
e. Analisa untuk VFB

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

Tabel 8. Persentase VFB Dari Uji Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
VFB	70.13	73.72	79.16	83.03	84.09
	69.76	75.19	80.69	82.64	83.72
	69.40	76.73	79.34	82.25	83.35
Rata-Rata	69.76	75.22	79.73	82.64	83.72
Persyaratan	Min 65 (%)				

Pemakaian kadar asal 5,50 % hingga 7,50% menghasilkan persentase VFB untuk kadar 5,50% sebanyak 69,76%, ketika kadar 6,00% naik ke 75,22%, ketika berada di 6,5% juga meningkat hingga 79,73% dan kemudian mengalami kenaikan pada variasi terakhir, untuk kadar aspal 7,00% sebanyak 82,64% serta kadar aspal 7,50% pun naik ke 83,72%.



Gambar 7. Hubungan Antara Kadar Aspal dan VFB

C. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Menurut data analisa sifat dapat ditentukan kadar aspal sebenarnya pada campuran AC-WC, yaitu kadar aspal yang mencapai syarat ataupun sifat campuran. Aspal campuran AC-WC memiliki kadar 5,50% hingga 7,50%. Karena lapisan AC-WC berfungsi sebagai penyangga dan harus kuat menahan lapisan yang mendahuluinya, pencampuran AC-WC paling stabil, yaitu 6,50%, akan diperlukan untuk mencapai kadar aspal yang optimum.

D. Stabilitas Marshall Sisa

Sesudah menentukan KAO, tahapan berikutnya adalah membuat sampel menurut KAO yaitu 6,50% dalam pencampuran AC-WC, pada suhu ± 60 °C dan rendam ± 24 jam selama satu jam. Untuk menjaga stabilitas sisa Marshall campuran. Nilai kestabilan Marshall selebihnya untuk pencampuran AC-WC bisa diperhatikan dalam tabel berikut:

Tabel 9. Stabilitas *Marshall* Sisa

Persyaratan Kadar Aspal (%)	Stabilitas		Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%)
	Konvensional	<i>Immersion</i>	
6,5	6052,67	5788,36	95,63
6,5	6177,82	5792,64	93,77
6,5	6312,65	5796,93	91,83
Rata-rata	6181,05	5792,64	93,74

Dari hasil uji perendaman *Marshall* menghasilkan kestabilan *Marshall* pencampuran AC-WC dengan kadar aspal 6,5% ditetapkan sebesar 92,74%. Kestabilan *Marshall* yang tersisa ini memenuhi kriteria yang telah ditetapkan minimal 90%, dan menurut persentase tersebut kami menyimpulkan bahwa yang digunakan adalah batu Gunung Ko'lan pada permukaan pencampuran AC-WC mampu menahan suhu dan waktu didalam air. Jika angka kestabilan *Marshall* kurang dari 90% maka campuran aspal agregat tidak tahan terhadap kerusakan suhu atau air dan tergolong aspal lunak.

PEMBAHASAN

1. Stabilitas

Hasil menunjukkan bahwa bila aspal dengan jumlah rendah digunakan dalam pencampuran AC-WC, bisa terbentuk aspal yang menipis didasar agregat yang menyebabkan ikatan antar agregat (*interlocking*). Nilai stabilitas setiap kadar aspal selalu meningkat, menurut persamaan garis $y = -170,19x^2 + 2215,1x - 5773,6$. Nilai ini mencapai puncaknya pada 6,50%, tetapi kemudian turun.

2. VIM (*Void in Mixture*)

Menurut persamaan garis, $y = 0,5049x^2 - 7,459x + 30,674$ menunjukkan bahwa VIM turun mulai 5,5 persen hingga 7,5 persen. Besarnya proporsi aspal yang dipakai menyebabkan persentase VIM menjadi turun, Karena aspal berfungsi sebagai bahan pengikat dan memiliki kemampuan untuk mengisi rongga yang terbentuk selama pencampuran aspal, nilai VIM meningkat seiring dengan proporsi aspal yang lebih rendah.

3. *Flow*

Nilai *flow* aspal turun dari 5,5 hingga 7,5 persen dan naik lagi setelah itu, menurut persamaan garis $y = 0,741x^2 - 9,3977x + 32,055$. Semakin rendah kandungan aspal untuk pencampuran aspal, maka berkurang juga ikatan antar agregat yang menimbulkan angka leleh semakin besar. Artinya, semakin tinggi pemakaian aspal, dasar aspal akan menebal dan lelehnya meningkat yang menyebabkan berkurangnya kekuatan aspal.

4. VMA

Menurut persamaan garis, $y = -0,4357x^2 - 4,1013x + 25,596$ menunjukkan bahwa VMA meningkat hingga 7,5 persen. Semakin besar jumlah aspal yang dipakai maka rongga terisi aspal pada agregat juga bertambah banyak dan angka VMA pun semakin meningkat. Penurunan suhu menyebabkan pemadatan terjadi ketika rongga pada aspal diisi antar partikel agregat, yang menghasilkan aspal yang lebih tebal.

5. VFB (*Voids Filled With Bitumen*)

Menurut persamaan garis, $y = -2,9603x^2 + 45,55x - 91,311$ menunjukkan bahwa VFB meningkat hingga kadar aspal 7,5 %. Pengurangan proporsi aspal dalam campuran, maka semakin sedikit aspal yang mengisi rongga dicampuran, sehingga pemakaian proporsi aspal yang sedikit lebih rendah akan menurunkan nilai VFB. Demikian pula pemakaian yang lebih tinggi meningkatkan VFB. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa peningkatan proporsi aspal pada pencampuran akan mengisi rongga-rongga dengan lebih banyak aspal.

6. Stabilitas *Marshall* Sisa.

Dari hasil uji *marshall Immersion* menghasilkan stabilitas *marshall Sisa* 93,72%, yang berarti pencampuran tahan terhadap suhu dan waktu perendaman. Persentase stabilitas *Marshall* ini mencapai persyaratan yang telah ditetapkan yaitu minimal 90%.

KESIMPULAN

1. Dari hasil uji sifat pencampuran AC-WC menghasilkan karakteristik pencampuran aspal seluruhnya mencapai persyaratan Bina Marga 2018 merujuk pada SNI 06-2489-1991 yang membahas tentang pencampuran aspal memakai Alat *Marshall* yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB. Hasil uji *Marshall Immersion* (Stabilitas *Marshall Sisa*) dalam pencampuran AC-WC yang memanfaatkan batu Gunung Ko'lan Kabupaten Toraja Utara, yaitu $93,74\% \geq 90\%$.
2. Rancangan komposisi pencampuran AC-WC yaitu agregat kasar 30,72%, halus 57,36%, *filler* 5,42% serta KAO 6,50%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Merdi Indra Asrinto, Alpius, dan Sufiati Bestari, "Characteristic Test of AC - WC Mixture Using Tambolang Rock, North Toraja Regency," *pcej*, vol. 3, no. 2, pp. 183–190, Dec. 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i2.322.
- [2] M. Pampanglangi, Alpius, dan 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] A. T. Londongsalu, R. H. Menge, Alpius, dan B. Tanan, "Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Coarse yang Menggunakan Batu Dari Buntao' Toraja Utara," *pcej*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, Jan. 2020, doi: 10.52722/pcej.v1i1.51.
- [4] E. Bunga, A. Alpius, dan L. E. Radjawane, "Pemanfaatan Batu Gunung Bou Buya Kabupaten Poso Untuk Campuran Ac-Wc," *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, vol. 10, no. 1, pp. 10–17, Aug. 2022, doi: 10.33019/fropil.v10i1.2909.
- [5] R. C. Ponglabba, R. Rachman, dan Alpius, "Pemanfaatan Batu Gunung Pasapak Kecamatan Bambang Kabupaten Mamasa sebagai Agregat Campuran Laston WC," *pcej*, vol. 3, no. 2, pp. 286–293, Jun. 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i2.258.
- [6] N. A. Salmon, Alpius, dan C. Kamba, "Pemanfaatan Batu Gunung Posi'padang Balla Kabupaten Mamasa Sebagai Campuran AC-BC," *pcej*, vol. 2, no. 2, pp. 77–84, Aug. 2020, doi: 10.52722/pcej.v2i2.134.
- [7] Y. K. Rupa, Alpius, dan 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.
- [8] J. Alfrian, Alpius, dan L. E. Radjawane, "Pengujian Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja," *pcej*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, Feb. 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i1.196.
- [9] L. E. Radjawane, "Durabilitas Campuran AC-WC Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja," *Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 1, pp. 101–105, Jan. 2023, doi: 10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.01.14.
- [10] N. Wendani, M. Selintung, dan Alpius, "Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC," *pcej*, vol. 2, no. 2, pp. 138–144, Aug. 2020, doi: 10.52722/pcej.v2i2.126.