

Pemanfaatan Batu Sungai Malela Desa Kasintuwu Kabupaten Luwu Timur Pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* Halus

Arif Fagrin Lande ^{*1a}, Elizabeth ^{*2}, Lasty Dinulfy R. K. S ^{*3}

Submit:
21 Juni 2024

Review:
25 Juni 2024

Revised:
30 Juli 2024

Published :
12 Agustus 2024

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, ariflande04@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia elizabethbongga5173@gmail.com

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, lasty@ukipaulus.ac.id

^aCorresponding Author: ariflande04@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan material sangat menunjang jalannya pembangunan pada suatu wilayah. Salah satu wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya kabupaten Luwu Timur yang memiliki material batu sungai yang dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Sungai Malela yang berada di Kecamatan Mangkutana Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu sungai yang memiliki sumber daya alam yang berupa bebatuan yang dapat digunakan sebagai bahan utama dalam campuran beraspal. *Stone Matrix Asphalt* (SMA) merupakan salah satu campuran pada lapisan permukaan jalan yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan solusi mengatasi permasalahan pada kerusakan jalan. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji karakteristik campuran *Stone Matrix Asphalt* Halus dengan memanfaatkan Batu Sungai Malela Kabupaten Luwu Timur. Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium menunjukkan bahwa karakteristik agregat yang berasal dari Sungai Malela Kabupaten Luwu Timur memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil pengujian karakteristik campuran *Stone Matrix Asphalt* Halus yang melalui pengujian *Marshall* Konvensional diperoleh karakteristik campuran yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu Stabilitas, VIM, *Flow*, dan VMA. Sementara hasil uji *Marshall Immersion* (Stabilitas *Marshall* Sisa) pada campuran *Stone Matrix Asphalt* Halus memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, yaitu $95,24\% \geq 90\%$.

Kata kunci : Karakteristik, Agregat, SMA Halus Marshall

Abstract

The use of materials really supports the course of development in an area. One of the areas in South Sulawesi Province, especially East Luwu district, has river stone material that can be used as road pavement material. The Malela River, which is in Mangkutana District, East Luwu Regency, South Sulawesi Province, is one of the rivers that has natural resources in the form of rocks which can be used as the main ingredient in asphalt mixtures. *Stone Matrix Asphalt* (SMA) is a mixture of road surface layers that can be considered as a solution to overcome problems with road damage. This research is intended to test the characteristics of the Fine Asphalt *Stone Matrix* mixture by utilizing Malela River Stone, East Luwu Regency. The results of research carried out in the Laboratory show that the characteristics of the aggregate originating from the Malela River, East Luwu Regency meet the 2018 General Specifications for Bina Marga. The results of testing the characteristics of the

Fine Stone Matrix Asphalt mixture which, through Conventional Marshall testing, obtained mixture characteristics that meet the General Specifications for Bina Marga 2018, namely Stability, VIM, Flow, and VMA. Meanwhile, the Marshall Immersion test results (Residual Marshall Stability) on the Fine Stone Matrix Asphalt mixture meet the 2018 General Bina Marga Specifications, namely $95.24\% \geq 90\%$.

Keywords : *Characteristics, Aggregates, Marshall*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan material sangat menunjang jalannya pembangunan pada suatu wilayah. Salah satu wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya kabupaten Luwu Timur yang memiliki material batu sungai yang dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Sungai Malela yang berada di Kecamatan Mangkutana, Luwu Timur merupakan salah satu sungai yang memiliki sumber daya alam yang berupa bebatuan yang dapat digunakan sebagai bahan utama dalam campuran beraspal. Seperti salah satu sumber daya alam yang berada disungai berupa batuan yang diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan utama batu pecah. Hal inilah yang mendorong untuk melakukan penelitian pada bahan agregat yang berada pada sungai Malela dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) halus, dan diharap dapat membantu ekonomi warga sekitar jika penelitian ini terealisasi.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa variasi penambahan 0,3% serat daun nanas dan 0,3% serat ijuk pada campuran SMA memiliki nilai durabilitas tertinggi, sebesar 95,23%, dibandingkan dengan variasi penambahan persentase lainnya. Penambahan serat daun nanas dan serat ijuk juga dapat meningkatkan daya dukung dan keawetan jalan. [1]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk hasil pengujian Marshall Konvensional, nilai karakteristik campuran dengan menggunakan batu Sungai Cikee untuk pengujian parameter marshall memenuhi spesifikasi. Untuk pengujian Marshall *Immersion*, nilai Stabilitas Marshall Sisa (SMS) sebesar 93,7% dengan kadar aspal ideal 6% memenuhi spesifikasi Bina Marga. [2]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa karakteristik agregat, aspal, dan berat jenis *Filler* memenuhi persyaratan untuk material perkerasan jalan. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan batasan minum 90% memenuhi karakteristik campuran SMA kasar, seperti stabilitas, flow, VIM, dan VMA. [3]. Dalam penelitian ini, karakteristik agregat kasar, halus, *filler*, dan aspal diuji, dan kemudian digunakan untuk membuat komposisi campuran AC-WC pada batu sungai Masanda. Hasil pengujian perendaman Marshall pada campuran AC-WC menunjukkan kadar aspal 7% dan nilai stabilitas Marshall sisa 94,91%, yang menunjukkan bahwa campuran tersebut memenuhi syarat. [4]. Salah satu hal yang perlu diperhatikan, khususnya terkait sampah ban bekas dan karet, adalah keberadaan sampah di masyarakat sekitar. Penambahan limbah sebagai bahan tambahan pada campuran perkerasan SMA Halus merupakan salah satu cara untuk mencegah terjadinya penumpukan limbah sehingga merugikan lingkungan. Dalam pengujian ini, salah satu pengujian Marshall yaitu pengujian Marshall konvensional digunakan untuk mengetahui tingkat kekuatan perkerasan sesuai dengan Spesifikasi Jalan Raya tahun 2018. Nilai stabilitas terbesar penelitian sebesar 916,54kg, flow 2,56mm, VIM sebesar 4,00%, dan VMA sebesar 17,00% memenuhi spesifikasi Jalan Raya tahun 2018 sebagai acuan teknis.[5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu sungai dari Sungai Karawa di Kabupaten Pinrang, yang merupakan agregat lapis antara, memenuhi persyaratan untuk material lapisan perkerasan jalan. Uji Marshall digunakan untuk menentukan karakteristik campuran lapisan dengan kadar aspal 5,0%, 5,5 %, 6,0 %, 6,5 %, dan 7,0 %. Hasil uji marshall *immersion* untuk lapisan antara campuran aspal dengan KAO 6,0 % memenuhi standar Bina Marga tahun 2018, yaitu minimal 90 %[6]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat yang berasal dari sungai Laeya memenuhi persyaratan untuk digunakan untuk pembangunan jalan baru. Pengujian marshall *immersion* dengan kadar aspal 7,00%, 6,25%, 6,50%, 6,75%, dan 6,00% diperoleh nilai stabilitas, VIM, flow, dan VMA yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018. Nilai stabilitas marshall sisa sebesar 98,54%

dengan kadar aspal 7,00%, dan memenuhi standar yang telah ditentukan, yaitu minimal lebih dari 90%.[7]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik umum Sungai Matang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Angka stabilitas Marshall *immersion* campuran AC-BC yang menggunakan agregat Sungai Matang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6, yaitu 93,31% lebih dari 90%, dengan batuan kasar 42,45%, batuan halus 45,18%, dan *filler* 5,36% pada ukuran aspal tertinggi 7,00%.[8]. Sebagai hasil dari penelitian, Batu Kali Pappa dari Kecamatan Polong Bangkeng Utara Kabupaten Takalar memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan untuk membuat jalan lapisan perkerasan. Uji Marshall menemukan karakteristik campuran AC-WC dengan kadar aspal 5,50 hingga 7,50 persen. Dengan kadar aspal optimal 5,50%, stabilitas sisa Marshall sebesar 94,36%, yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 sebesar 90%. [9]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gradasi agregat gabungan campuran tidak melebihi atau kurang dari spesifikasi, kecuali pada percobaan variasi 55% pada saringan No.8, yang mencapai 51.55, sedangkan spesifikasinya adalah 30–49. Berdasarkan hasil uji Marshall, hasil dari ketiga percobaan tidak melebihi atau kurang dari spesifikasi, kecuali pada nilai VIM pada percobaan variasi 45% dan 50%, yang mencapai masing-masing 5,22% dan 5,35% sedangkan spesifikasinya 3% – 5%. [10].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Material

Kabupaten Luwu Timur adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan Indonesia yang dimana Ibu kota kabupaten ini terletak di Kota Malili. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 6.944,98 km² dengan jumlah penduduk tahun 2021, berjumlah 296.741 jiwa. Akses jalan ke Sungai Malela sudah bagus, sehingga memudahkan kita untuk mengambil material pada lokasi sungai. Berikut adalah lokasi tempat pengambilan agregat yang akan diteliti.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Agregat



Gambar 2. Proses Pengambilan Agregat

B. Perancangan Komposisi Campuran SMA Halus

Bahan dan material yang di gunakan dalam pencampuran aspal yakni:

1. Pemakaian Agregat diperoleh dari Sungai Malela.
2. Aspal Penetrasi 60/70 dipakai sebagai pengikat
3. *Filler* yaitu dari semen.

C. Pembuatan Benda Uji Campuran SMA Halus.

Dalam pembuatan benda uji menggunakan beberapa variasi kadar aspal yaitu 6,00%, 6,25%, 6,50%, 6,75%, dan 7,00%. Bahan yang digunakan dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* adalah agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal. Dengan benda uji yang dibutuhkan untuk pengujian *marshall konvensional* 15 benda uji dan untuk *marshall Immersion* 3 benda uji, total sampel yang digunakan adalah 18 buah.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

<i>Stone Matrix Asphalt (SMA)</i>			
No.	Kadar Aspal (%)	Pengujian <i>Marshall</i> Konvensional	Pengujian <i>Marshall</i> <i>Immersion</i>
1	6,00	3	3
2	6,25	3	
3	6,50	3	
4	6,75	3	
5	7,00	3	
Total		15	3



Gambar 3. Benda Uji

D. Pengujian Marshall Konvensional Campuran SMA Halus

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan dan kekuatan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran beraspal. Ketahanan dan kekuatan (stabilitas) adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram ataupun *pounds*. Kelelahan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas waktu yang dinyatakan dalam mm atau 0,01”.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Material

Tabel 2. Karakteristik Agregat

No	Pengujian	Metode	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018		Hasil Penelitian	Keterangan
			Min	Max		
1	Keausan Agregat					
	Fraksi A	SNI 2417:2008			22,2	Memenuhi
	Fraksi B		-	40	15,5	
	Fraksi C				13,62	
	Fraksi D				20,02	
2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar					
	Bulk	SNI 1969:2016	2,5	-	2,85	Memenuhi
	SSD		2,5	-	2,88	
	Apparent		2,5	3	2,91	
	Penyerapan		-		0,70	
	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus					
	Bulk	SNI 1970:2016	2,5	-	2,82	Memenuhi
	SSD		2,5	-	2,86	
	Apparent		2,5	- 3	2,95	
	Penyerapan		-		1,52	
3	Analisa Saringan					
	3/4"	SNI ASTM C136:20 12	90	100	100	Memenuhi
	1/2"		75	90	94,20	
	3/8"		66	82	75,75	
	No.4		46	64	32,60	
	No.8		30	49	19,46	
	No.200		4	8	9,42	
	PAN		0	0	0	
4	Uji Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:20 12	-	10	% 1,00	Memenuhi
Pemeriksaan Kadar Lumpur						Memenuhi

5	<i>Sand Equivalent</i>	<i>SNI 03-4428-1997</i>	50	-	%	95,12	
	Kadar Lumpur		-	5		4,87	
	Partikel Pipih						
	3/4"					3,82	
	1/2"	<i>ASTM D</i>	-	10	%	4,77	
	3/8"	<i>4791-10</i>				3,45	
6	1/4"						Memenuhi
	Partikel Lonjong	<i>Perbandingan 1:5</i>					
	3/4"					3,89	
	1/2"		-	10	%	4,77	
	3/8"					3,45	
	1/4"						
7	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	<i>SNI 2439-2011</i>	95	-	%	96	Memenuhi
8	Pemeriksaan Berat Jenis Filler	<i>SNI ASTM C136:2012</i>	-	-	%	3.07	Memenuhi

Tabel 3. Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode	Spesifikasi Bina Marga		Satuan	Hasil Pengujian	Keterangan
		Min	Maks			
Penetrasi pada 25 °c	SNI 2456-2011	60	79	(0,1) mm	66,7	Memenuhi
Daktilitas pada 25 °c	SNI 2432-2011	≥ 100		Cm	150	Memenuhi
Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48		°C	50,2	Memenuhi
Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232		°C	240	Memenuhi
Berat Jenis Aspal	SNI 2441-2011	≥ 1,0			1.016	Memenuhi
Berat Yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8		%	0.434	Memenuhi
Penetrasi pada TFOT	SNI 2456-2011	≥ 54		% semula	84,7	Memenuhi

B. Sifat Campuran

1. Analisa Terhadap Stabilitas

Kemampuan campuran sebagai penopang terhadap beban lalu lintas dengan tidak memberikan perubahan bentuk disebut stabilitas dan diukur dengan kg.

Tabel 4. Nilai Stabilitas dari Pengujian Karakteristik SMA Halus

Kadar Aspal (%)	6,00%	6,25%	6,50%	6,75%	7,00%
Stabilitas	795,05	954,06	1028,26	1007,06	901,05
	816,25	975,26	1017,66	964,66	869,25
	826,85	1007,06	1070,66	1017,66	911,65
Rata-Rata	812,72	978,79	1038,86	996,46	893,99
Persyaratan	Min 600 kg				

Dengan menggunakan kadar aspal 6% - 7%, nilai stabilitas sebanyak 812,72kg untuk kadar 6%, ketika kadar 6,25% naik menjadi 978,79kg , 6,5% juga naik sebanyak 1038,86, saat kadar 6,75% nilainya turun menjadi 996,46kg , dan semakin menurun ke 983,99 ketika kadar yang digunakan 7%.

2. Analisis Untuk VIM (Void In Mixture)

VIM merupakan banyaknya rongga yang ditemukan pada beton aspal ketika sudah dipadatkan. Kombinasi tersebut menimbulkan banyak rongga karena angka VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah, sehingga tidak mampu menahan beban berulang. Selain mengurangi jumlah rongga, penggunaan banyak aspal juga mengubah bentuk plastis campuran, sehingga mempengaruhi kekuatan dan kinerja campuran.

Tabel 5. Nilai VIM Dari Pengujian Karakteristik SMA Halus

Kadar Aspal (%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
VIM	4,70	4,69	4,53	4,33	4,14
	4,83	4,82	4,67	4,46	4,27
	4,75	4,63	4,58	4,38	4,19
	4,76	4,71	4,59	4,39	4,20
Rata-Rata	4,76	4,71	4,59	4,39	4,20
Persyaratan	4 – 5 %				

Dengan pemakaian kadar aspal 6% - 7% dihasilkan angka VIM pada komposisi 6% sebanyak 4,76%, saat kadar 6,25% terjadi penurunan sejumlah 4,76%, ketika komposisi kadar aspal 6,50% mengalami penurunan sebesar 4,59%, untuk variasi 6,75% terus menurun sebanyak 4,39%, dan saat variasi kadar 7% mengalami penurunan sebesar 4,20%.

3. Analisis terhadap Flow

Pemakaian kadar aspal 6% - 7% menciptakan nilai *flow* saat kadar 6% sebanyak 3,96 mm, ketika kadar 6,25% terjadi penurunan sebanyak 3,65 mm, ketika 6,50% menurun ke 3,26 mm, saat kadar 6,75% meningkat hingga 3,46 mm dan saat kadar 7% juga mengalami peningkatan ke 3,90 mm.

Tabel 6. Angka *Flow* Dari Pengujian Sifat SMA Halus

Kadar Aspal (%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
<i>Flow</i>	3,88	3,70	3,30	3,45	3,87
	4,10	3,58	3,23	3,40	3,85
	3,90	3,66	3,25	3,54	3,99
Rata-Rata	3,96	3,65	3,26	3,46	3,90
Persyaratan	2 – 4,5 (mm)				

4. Analisis Untuk VMA

Volume pori-pori beton aspal yang sudah mengalami pemadatan, atau VMA, diberikan dalam persentase setelah semua lapisan penutup yang dipadatkan telah hilang.

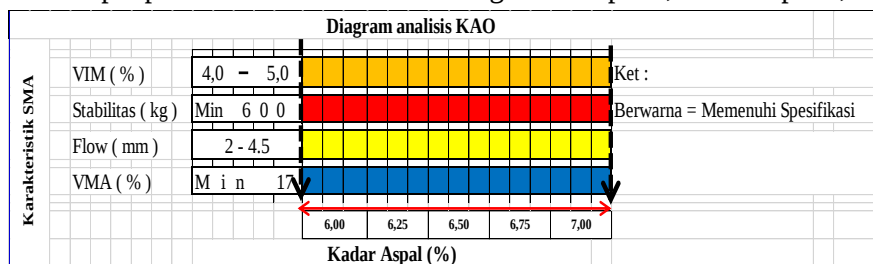
Tabel 7. Angka VMA Dari Pengujian Sifat campuran SMA Halus

Kadar Aspal (%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
VMA	19,46	20,06	20,54	20,98	21,43
	19,57	20,17	20,65	21,09	21,54
	19,50	20,01	20,58	21,02	21,47
Rata-Rata	19,51	20,08	20,59	21,03	21,48
Persyaratan	Min 17 (%)				

Pemakaian kadar aspal 6% - 7% menciptakan persentasi VMA ketika kadar 6% sebanyak 19,51%, ketika 6,25% naik menjadi 20,08%, saat kadar 6,50% naik ke 20,59%, saat 6,75% mengalami peningkatan ke 21,03%. Serta kadar 7% pun naik hingga 21,48%.

C. Menentukan Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil analisis karakteristik dan pengujian *marshall* dapat ditentukan kadar aspal praktis dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* kasar yaitu kadar aspal yang memenuhi semua kriteria atau karakteristik campuran dan kadar aspal praktis tersebut adalah rentang kadar aspal 6,00% sampai 7,00%.



Gambar 4. Diagram Analisa Kadar Aspal Optimum

D. Stabilitas Marshall Sisa

Sesudah penentuan kadar aspal optimum, jadi langkah selanjutnya adalah proses pembuatan sampel berdasarkan kadar aspal optimum, yaitu Ketika kadar aspal 0% dicampuran SMA Halus yang kemudian direndam selama ± 24 jam di dalam *Water Bath* saat suhu 60°C. Agar didapatkan angka IP/Stabilitas *Marshall* Sisa.

Tabel 9. Nilai SMS Dari Pengujian Karakteristik Campuran SMA Halus

Ketentuan	Min 90	IKS/IP (%)
Kadar Aspal (%)	Stabilitas	
6,00	795,05	
6,00	816,25	
6,00	826,85	
Rata - Rata Stabilitas Marshall Konvensional	812,72	
6,00	848,05	
6,00	822,01	
6,00	793,00	95,91
Rata - Rata Marshall Immersion	821,02	101,09
IKS/IP (%)	101,02	

Dari hasil pengujian *marshall immersion* diperoleh indeks perendaman sebesar 95,24 % dengan kadar aspal 7,00 %. Nilai indeks perendaman ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa perkerasan jalan yang menggunakan agregat dari Sungai Malela Desa Kasintuwu Kabupaten Luwu Timur dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* dapat tahan terhadap suhu dan lamanya terendam dalam air.

PEMBAHASAN

A. Karakteristik campuran SMA Halus

Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan metode *Marshall* Konvensional pada campuran SMA Halus yang memakai batu sungai Malela, menciptakan persentase Stabilitas, VIM, *Flow*, VMA mengikuti aturan Bina Marga 2018.

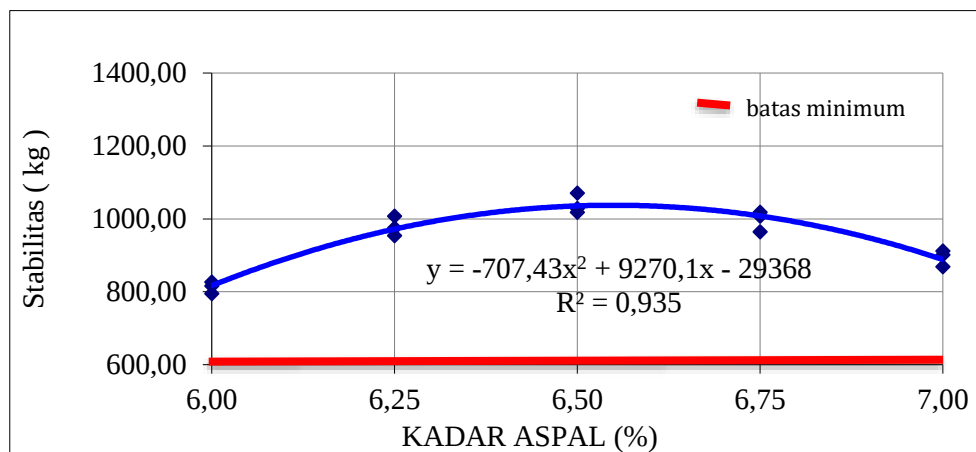
B. Stabilitas Marshall sisa

Hasil pengujian *Marshall Immertion* diperoleh Stabilitas *Mrashall* Sisa 95,24%, yang berarti campuran tahan terhadap waktu perendaman dan suhu. Nilai Stabilitas Marshall ini mengikuti aturan Bina Marga 2018 yang minimal 90%.

C. Pengujian Marshall Konvensional

Menurut data uji menggunakan metode *Marshall Konvensional* dalam pencampuran SMA Halus dengan memakai batu Sungai Malela didapatkan:

1. Stabilitas

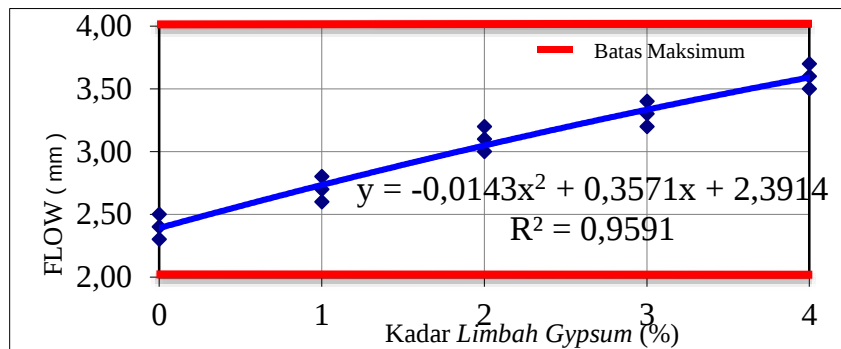


Gambar 5. Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stabilitas SMA Halus

Penggunaan kadar aspal yang kecil dalam campuran SMA halus akan menghasilkan selimut aspal yang tipis pada permukaan agregat yang mengakibatkan ikatan antar agregat (*interlocking*) menjadi lemah sehingga stabilitas campuran kecil. Tetapi jika penggunaan kadar aspal berlebihan maka selimut aspal menjadi semakin tebal yang mengakibatkan ikatan antar agregat atau stabilitas campuran menurun.

2. Flow

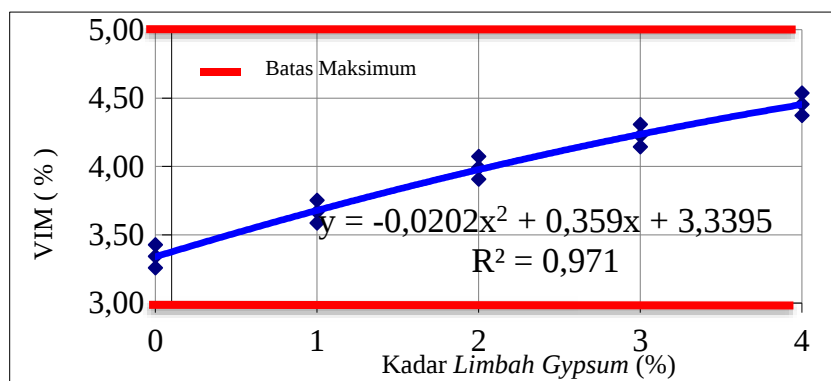
Penggunaan kadar aspal yang kecil dalam campuran SMA halus akan menghasilkan ikatan antar agregat (*interlocking*) berkurang yang menyebabkan kelelahan besar. Tetapi jika penggunaan kadar aspal yang berlebihan maka selimut aspal menjadi semakin tebal yang mengakibatkan kekuatan campuran berkurang tetapi kelelahan bertambah besar, yang artinya kekuatan/stabilitas campuran akan berbanding terbalik dengan kelelahan campuran atau *flow*.



Gambar 6. Hubungan Antara Kadar Aspal dan Flow SMA Halus

3. VIM (Void in Mix)

Semakin besar kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM akan semakin kecil. Begitu pula sebaliknya, apabila kadar aspal yang digunakan semakin kecil maka nilai VIM akan semakin besar. Hal tersebut dikarenakan aspal berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga didalam campuran beraspal.



Gambar 7. Hubungan Antara Kadar Aspal dan VIM SMA Halus

4. VMA (Void in Mineral Aggregate)

Semakin besar kadar aspal yang digunakan maka nilai VMA akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya, apabila kadar aspal yang digunakan semakin kecil maka nilai VMA akan semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan fungsi aspal selain menyelimuti (aspal efektif) juga berfungsi untuk mengisi rongga diantara agregat dan dalam partikel agregat yang artinya aspal masuk mengisi rongga dalam batuan karena rongga diantara agregat sudah terisi.



Gambar 8. Hubungan Antara Kadar Aspal dan VMA SMA Halus

KESIMPULAN

Karakteristik agregat dari Sungai Malela Desa Kasintuwu, Mangkutan, Luwu Timur, karakteristik aspal, dan berat jenis aspal untuk campuran SMA Halus mengikuti aturan Bina Marga 2018. Hasil pengujian *Marshall Immersion* diperoleh Stabilitas *Marshall* Sisa 95,24, berarti campuran bisa bertahan kepada suhu dan waktu perendaman. Nilai Stabilitas *Marshall* ini sudah mengikuti aturan yang diterapkan oleh Bina Marga Tahun 2018 yaitu minimal 90%. Pengujian *Marshall* Konvensional diperoleh karakteristik campuran *Stone Matrix Asphalt* halus yaitu Stabilitas, VIM, Flow, dan VMA memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

REFERENSI

- [1] I. Handayasari, I. Sepriyana, And S. H. Wulandari, "Kajian Laboratorium Penggunaan Serat Daun Nanas Dan Serat Ijuk Pada Campuran Stone Matrix Asphalt," *Tj*, Vol. 13, No. 2, P. 379, Oct. 2023, Doi: 10.29103/Tj.V13i2.877.
- [2] 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.
- [3] D. Banggalino, R. Rachman, And Alpius, "Karakteristik Campuran Stone Matrix Asphalt Kasar Dengan Bahan Tambah Kadar Ban Bekas," *Pcej*, Vol. 4, No. 3, Pp. 452–460, Oct. 2022, Doi: 10.52722/Pcej.V4i3.521.
- [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] S. Andys, R. Rachman, And Alpius, "Pemanfaatan Bahan Tambah Karet Ban Bekas Pada Campuran Stone Matrix Asphalt Halus," *Pcej*, Vol. 4, No. 3, Pp. 472–478, Nov. 2022, Doi: 10.52722/Pcej.V4i3.524.
- [6] E. Buli, Alpius, And L. E. Radjawane, "Pemanfaatan Batu Sungai Karawa Kabupaten Pinrang Sebagai Agregat Campuran Laston Lapis Antara," *Pcej*, Vol. 4, No. 2, Pp. 346–358, Oct. 2022, Doi: 10.52722/Pcej.V4i2.498.
- [7] G. Manggasa, Alpius, And Elizabeth, "Pemanfaatan Batu Sungai Laeya Kabupaten Konawe Selatan Sebagai Campuran Stone Matrix Asphalt Halus," *Pcej*, Vol. 4, No. 4, Pp. 571–579, Dec. 2022, Doi: 10.52722/Pcej.V4i4.540.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Muh. Imam Wahyudi Azis, H. Hamsyah, And K. Kasmaida, "Uji Experimental Variasi Agregat Halus Pada Campuran Asphalt Ac-Bc," *karajata*, vol. 2, no. 1, pp. 64–72, Jun. 2022, doi: 10.31850/karajata.v2i1.1600.