

## Karakteristik Campuran SMA Kasar Menggunakan Batu Sungai Sa'dan Kecamatan Sesean Toraja Utara

Arung Dating Sandabunga<sup>\*1</sup>, Nur Ali<sup>\*2</sup>, Rais Rachman<sup>\*3</sup>,

<sup>\*1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [arungdating8@gmail.com](mailto:arungdating8@gmail.com)

<sup>\*2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [nuralimti@gmail.com](mailto:nuralimti@gmail.com)

<sup>\*3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [rais.rachman@gmail.com](mailto:rais.rachman@gmail.com)

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk menguji karakteristik Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar dengan memanfaatkan Sungai Sa'dan Kelurahan Pangli Kecamatan Sesean Kabupaten Toraja Utara dari hasil penelitian laboratorium. Metode yang digunakan untuk penelitian ini ialah membuat beberapa uji karakteristik yang berwujud material agregat kasar, halus, *filler* serta aspal yang kemudian membuat rancangan komposisi lalu benda uji dibuat dalam bentuk campuran beraspal panas *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar dan kemudian dilakukan *Marshall test* untuk mendapatkan Stabilitas Marshal sisa (SMS) menggunakan K.A.O. Adapun penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, yang memberikan hasil Karakteristik material perkerasan berupa Batu Sungai Sa'dan Kelurahan Pangli Kec.Sesean Kab. Toraja Utara telah memenuhi Spesifikasi standar Bina Marga 2018 yang dapat digunakan dalam campuran beraspal panas. Melalui uji *Marshall* didapatkan karakteristik *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar dengan kadar aspal 6,00, hingga 7,00% dengan kenaikan 0,25%. 7,00% adalah K.A.O yang digunakan pada *Marshall Immersion* campuran SMA dan diperoleh Stabilitas Marshal Sisa (SMS) sebesar 97,53% dimana nilai ini sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 90%.

**Kata Kunci :** Karakteristik Agregat, SMA Kasar, *Marshall Test*

### ABSTRACT

The methodology in this study is to conduct a series of characteristic tests in the form of rough aggregates, fine aggregates, fillers and asphalt and then design the composition of the mixture then make the test objects in the form of rough Stone Matrix Asphalt mixture as well as Marshall testing to obtain Immersion Index / Residual Strength Index / Blend durability using optimum asphalt levels. The results of the research showed the characteristic material meets Bina Marga General Specification 2018 as a layer material of road hardening. Through the marshall test obtained characteristics of Stone Matrix Asphalt Rough mixture with asphalt levels of 6.00%, 6.25%, 6.50%, 6.75%, and 7.00%. Marshall Immersion mixed Stone Matrix Asphalt Rough test results with optimum asphalt rate of 7.00% obtained Time Strength Index of 97.53% which meets Bina Marga General Specification 2018 which is at least 90%.

**Keywords:** Characteristics Rough SMA, Marshall Test

### PENDAHULUAN

Perkembangan jalan di Toraja meningkat cukup pesat, hal itu dikarenakan meningkatnya penduduk sehingga kebutuhan akan prasarana transportasi yang aman, nyaman serta mudah ikut bertambah. Hal tersebut berpengaruh pada kebutuhan akan agregat untuk mencukupi kebutuhan dalam perkerasan jalan. Diperlukan sumber daya alam yang dimanfaatkan secara maksimal untuk menunjang kebutuhan agregat.

Jalan yang dibangun di daerah Sulawesi Selatan khususnya di Pangli Kec.Sesean Kab.Toraja Utara meningkat cukup pesat, pembangunan jalan di Pangli sebagai penghubung kecamatan Sesean dan kecamatan Rantepao, dapat menggunakan agregat dari sekitar lokasi, ini merupakan saran dari pemerintah daerah untuk memanfaatkan agregat lokal, contohnya agregat dari sungai Sa'dan yang harus dimanfaatkan agar dapat menunjang pembangunan di daerah sekitarnya. Sehingga masyarakat di sekitar Sungai Sa'dan saat ini sedang mengeruk batu sungai itu sebagai bahan material,

sebatas untuk pembangunan pondasi dan penimbunan jalan rusak. Belum ada penelitian yang menunjukkan layak atau tidaknya agregat dari Sungai Sa'dan digunakan dalam campuran beraspal sehingga agregat dari Sungai Sa'dan belum digunakan dalam campuran beraspal.

*Stone Matrix Asphalt (SMA)* didefinisikan sebagai suatu campuran dengan gradasi timpang mempunyai kandungan agregat kasar yang cukup tinggi, dengan demikian meningkatkan kontak antar butiran batu dengan batu (*stone to stone contact*) di dalam campuran, sehingga dapat memberikan jaringan penyaluran beban roda dengan efisien [1]. Partikel agregat kasar tersebut akan menyatu dengan baik dengan filler, serat dan atau polymer di dalam suatu ketebalan film aspal. *Stone Matrix Asphalt* adalah suatu lapisan permukaan tipis, mempunyai ketahanan yang baik terhadap alur (*rutting*) dan mempunyai durabilitas yang tinggi, sehingga Stone matrix Asphalt cocok digunakan untuk lapisan permukaan jalan berlalu lintas berat, walaupun dapat juga digunakan untuk semua jenis perkerasan jalan [2].

Spesifikasi yang digunakan untuk merancang campuran untuk penelitian ini ialah menggunakan standar spesifikasi Bina Marega 2018 untuk pekerjaan jalan dan jembatan [3].

Pada penulisan ini beberapa penelitian terkait yang telah dipublikasikan dalam jurnal sehingga penulis bisa memperbanyak teori yang digunakan dalam penelitian. beberapa peneliti yang meneliti penggunaan material lokal antara lain. Studi Penggunaan Agregat Sungai Bituang Sebagai Bahan Campuran AC – WC, memberikan hasil penelitian bahwa material yang berasal dari sungai Bittuang memenuhi standar spesifikasi karakteristik agregat. Kemudian hasil dari komposisi campuran, pada AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Bittuang, adalah dengan agregat kasar 3,6,90%, agregat halus 5,0,30%, filler 5,8,0%, dan K.A.O 7,00% [4]. Pemanfaatan Agregat Sungai Mawa Cendana dalam Campuran AC-WC, menunjukkan bahwa penelitian karakteristik aggregate sungai Mawa Kecamatan Cendana memenuhi standar spesifikasi. Dari uji Marshall yang dilakukan diperoleh karakteristik campuran AC-WC dengan kadar aspal 5%,-7% dengan kenaikan 0,5% dimana hasil ini sesuai persyaratan yang diinginkan oleh Direktorat Jenderal Bima Marga Departemen Pekerjaan urrum [5]. Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC, Dimana peneliti mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa karakteristik aggregate yang menggunakan batu apung sebagai filler memenuhi standar spesifikasi sebagai campuran beraspal. Kemudian dari hasil uji Marshall didapatkan karakteristik Laston AC - WC

dengan kadar aspal 6,5,0% dan laston AC - BC dengan kadar aspal 05,14% [6]. Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston [7]. Pengujian Karakteristik Campuran HRS-WC Menggunakan Batu Sungai Makawa Kecamatan Walenrang Utara [8].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik agregat, merancang komposisi campuran dan nilai marshall konvensional dan imertion.

## METODE

Agregat kasar (batu sungai) diperoleh dari sungai Sa'dan Kelurahan Pangli Kecamatan Sesean Kabupaten Toraja Utara.



Gambar 1. Lokasi pengambilan material

### 1. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik material, Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir material agregat kasar yang dinyatakan dalam bentuk grafik agar dapat memperlihatkan pembagian butir suatu agregat dengan menggunakan saringan. Pemeriksaan massa jenis dan daya serap air pada aggregate kasar dan halus bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis dan laju serapan agregat tersebut. Pemeriksaan Kadar Lumpur tujuan pemeriksaannya untuk mencari banyaknya kadar lumpur dari suatu agregat halus yang dinyatakan dalam persen. Pengujian Keausan atau Abrasi menggunakan Mesin Los Angeles. Percobaan ini memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat keausan suatu agregat yang lolos saringan No.12 (1,7) dengan berat semula, yang akan dinyatakan dalam satuan persen. Pemeriksaan Partikel Pipih dan Lonjong. Percobaan ini memiliki tujuan untuk mengetahui indeks kepipihan dan kelonjongan material yang akan digunakan dalam campuran beraspal, dengan satuan %. Pengujian Kelekatatan Agregat Terhadap Aspal. untuk percobaan yang satu ini bertujuan untuk mengetahui daya lengket aggregate terhadap aspal.

### 2. Pemeriksaan karakteristik aspal,

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode Pengujian Penetrasi pada 25°C (SNI 2456:2011) dimana tujuan dari percobaan ini untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal dengan memperhatikan dalamnya jarum yang masuk dalam aspal dengan suhu dan beban yang tertentu pada selang waktu tertentu. Pengujian Titik Nyala (°C), untuk mengetahui pada suhu mana timbul titik nyala pada permukaan aspal. Pengujian Titik Lembek (°C), tujuan dari percobaan ini ialah mengetahui suhu berapa aspal mulai melembek. Pengujian Berat Jenis, tujuannya ialah mengetahui perbandingan antara berat aspal yang diuji dengan berat aspal. Pengujian Daktilitas pada 25°C, percobaan ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui kekenyalan aspal. Pengujian Berat yang hilang (%), percobaan ini memiliki maksud untuk mencari berat minyak yang hilang pada aspal akibat kenaikan suhu, dan daya kerja aspal setelah kehilangan minyak atau berat.

### 3. Perencanaan Campuran

Rancangan campuran SMA kasar dibuat berdasarkan metode grafis dan analitik menggunakan table batas klasifikasi yang melewati filter kemudian diambil nilai rata-rata dari setiap batas gradien.

Susunan desain campuran agregat yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Rancangan komposisi campuran

Ukuran Saringan		Lolos Saringan			
		Spesifikasi BM 2018		Gradasi Rancangan (%)	
inchi	mm				
1 ½"	37.500				
1"	25.000	100			
¾"	19.000	90	-	100	95
½"	12.500	50	-	88	69
3/8"	9.500	25	-	60	42,5
4	4.750	20	-	28	24
8	2.360	16	-	24	20
16	1.180				
30	0,416667				
50	0,208333				
100	0,104167				
200	0.075	8	-	11	9,5

### 4. Komposisi Campuran

Berikut adalah tabel komposisi total campuran dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Komposisi campuran

Karakteristik Campuran SMA Kasar .....

Kadar Aspal (%)	SMA				
	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
Berat, Agregat (gram)	11 28	11 25	11 22	11 19	11 16
Berat, Aspal (gram)	7 2	7 5	7 8	8 1	8 4
Berat Campuran (gram)	1200	1200	1200	1200	1200

Total benda uji yang digunakan pada percobaan ini seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Jumlah benda uji

Kadar aspal	Marshall Konvensional	Marshall Immersion
6,00%	3	
6,25%	3	
6,50%	3	3
6,75%	3	
7,00%	3	
Total	15	3

### 5. Pengujian Marshall Konvensional

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai keawetan suatu campuran beraspal terhadap stabilitas, terhadap kelelahan (*flow*) pada campuran yang akan di teliti. Dimana stabilitas disini adalah suatu kemampuan campuran untuk menopang sesuatu yang lewat diatasnya / lalulintas, sedangkan flow ialah keadaan dimana suatu campuran beraspal berubah bentuk akibat suatu beban pada batas waktu tertentu.

### 6. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk penentuan kadar aspal optimum pada campuran Stone Martix Asphalt digunakan kadar aspal dengan nilai VIM tertinggi, yang memenuhi standar spesifikasi, karena Stone Martix Asphalt yang terletak pada lapisan permukaan sehingga harus memiliki nilai VIM yang tinggi agar kedap air dan mampu melindungi lapisan yang ada dibawahnya.

### 7. Pengujian Marshall Immersion

Pengujian ini memiliki maksud yaitu untuk mencari nilai ketahan campuran terhadap lama perendaman, suhu, dan air. Atau stabilitas marshall sisa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik Material

#### Agregat

Hasil uji keausan di Los Angeles menunjukkan ketahanan aus agregat kasar terhadap komponen A sebesar 3,4%, komponen B 3,64%, komponen C 3,28%, dan komponen D 3,92%. Dari semua hasil tes, skor masing-masing. Dari hasil pengujian diketahui bahwa nilai keausan dari agregat yang berasal dari sungai Sadan memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018, nilai maksimalnya 40%. Oleh karena itu, dapat digunakan dalam campuran aspal.

Pada kedua sampel yang digunakan untuk menguji berat jenis dan laju absorpsi, diperoleh hasil sebagai berikut: bulk density 2,55, berat jenis SSD 2,60, densitas semu 2,67, dan laju penyerapan air 1,75%. Hasil ini diketahui memenuhi spesifikasi dan dapat diterapkan pada campuran aspal.

Dari hasil uji densitas dan absorpsi agregat halus terlihat bahwa bulk density 2,62, berat jenis SSD 2,64, densitas semu 2,67, dan daya serap air 0,71%. Jika hasil di atas memenuhi spesifikasi standar, agregat dari Sungai Sadan dapat digunakan dalam campuran SMA.

Hasil pengujian analisa saringan didapatkan nilai sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil pengujian analisa saringan

Dapat dilihat dari Gambar 2 bahwa garis kemiringan dari analisis filter berada di antara batas atas dan batas bawah spesifikasi kerataan. Hal ini menunjukkan bahwa agregat Sungai Sa'dan telah mencapai spesifikasi standar Bina Marga.

Dari hasil pengujian diperoleh hasil 2,80 % nilai ini telah memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yakni 10 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat yang berasal dari Sungai Sa'dan bersih dari lempung dan lanau.

Nilai hasil pengujian asil pengujian dari hasil uji nilai setara lumpur, menggunakan 2 sampel percobaan didapatkan hasil rata-rata nilai *Sand Equivalent* (SE)

ialah 97,40 % dan kadar lumpur 2,60 %. Dimana hasil tersebut memenuhi spesifikasi.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai partikel serpihan dan agregat kasar masing-masing adalah partikel datar yaitu 3,81%, 3,95%, dan 2,71%. Partikel oval masing-masing 3,86%, 3,97%, dan 2,51%. Dimana spesifikasi umum Bina Marga 2018 terpenuhi maksimal 10%.

Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal hanya diamati tanpa harus dilakukan proses perhitungan. Sehingga Nilai kelekatan ditentukan berdasarkan luas permukaan sampel yang terselimuti aspal. Dari pengamatan ini dapat diketahui bahwa aspal dapat melekat 95% dengan baik pada agregat.

Hasil uji berat jenis *filler* dapat dilihat pada Lampiran A-12. Spesifikasi Bina Marga tidak mencantumkan nilai batas berat jenis *filler*.

#### Aspal

Aspal yang digunakan untuk penelitian ini adalah aspal minyak penetrasi 60/70

Dari hasil pengujian penetrasi didapatkan nilai penetrasi 67.7mm. Hasil tersebut sejalan dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018 yaitu nilai penetrasi aspal minimal 60 (0,1) mm hingga maksimal 70 (0,1) mm.

Setelah dilakukan pengujian titik lunak terlihat bahwa nilai rata-rata adalah 50,2 ° C. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai-nilai tersebut telah mencapai spesifikasi standar.

Nilai rata-rata uji titik nyala adalah 290° C. Menurut hasil ini, memenuhi persyaratan Kode Jalan Raya 2018.

Setelah dilakukan pengujian nilai rata-ratanya adalah 0.434%. Nilai tersebut memenuhi persyaratan Kode Teknis Jalan Raya 2018, yaitu maksimal 0,8%.

Hasil uji penetrasi uji oven film memberikan nilai rata-rata 84,7%. Jika nilai ini melebihi batas minimum Kode Teknis Jalan Raya 2018, yaitu 54% dari tingkat penetrasi asli minimum.

Hasil uji daktilitas memberikan nilai rata-rata 150 cm. Hasil diatas melebihi batas minimal spesifikasi umum Bina Marga 2018 yaitu 100 cm.

Hasilnya 1.015 gr / cc. Hasil ini menunjukkan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 2441-2011 yaitu Min 1.0 gr / cc.

### 2. Marshall Konvensional

Sampel yang akan di uji untuk SMA Kasar digunakan 5 sampel dengan kadar aspal 6,00% dengan

kenaikan tiap kadar aspal yaitu 0,25% tiap sampel. Tabel 4 berikut ini merupakan Hasil perhitungan *Bulk specific gravity* dan *effective specific gravity*.

Tabel 4. *Bulk Specific Gravity* dan *Effective Specific Gravity*

Kadar Aspal %	Campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) Kasar				
	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00

<i>Bulk Specific Gravity</i> Agrerat	2,77	2,78	2,78	2,79	2,8
<i>Effective Specific Gravity</i> Agrerat	2,83	2,83	2,84	2,85	2,85

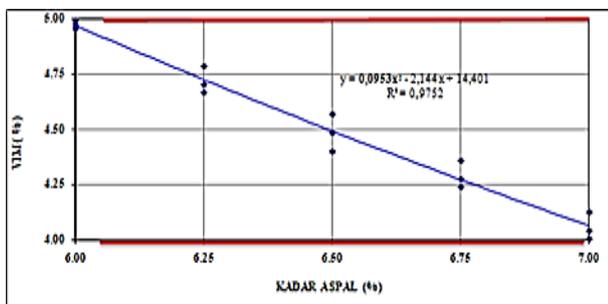
Hasil pengujian marshall konvensional dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai karakteristik marshall konvensional

Persyaratan	Min 4-5 (%)	Min 600 (kg)	Min 2-4,5 (mm)	Min 17 (%)
K adar Aspal (%)	VIM	Stabilitas	Flow	VMA
6	4,97	914,84	2,9	17,72
6,25	4,72	952,95	2,5	18,08
6,5	4,48	1053,97	2,17	18,46
6,75	4,29	983,45	2,38	18,87
7	4,06	926,27	2,7	19,25

**VIM (Void In Mix)**

Hasil uji VIM yang ada pada tabel 5 dapat dimuat dalam grafik seperti pada gambar 3.

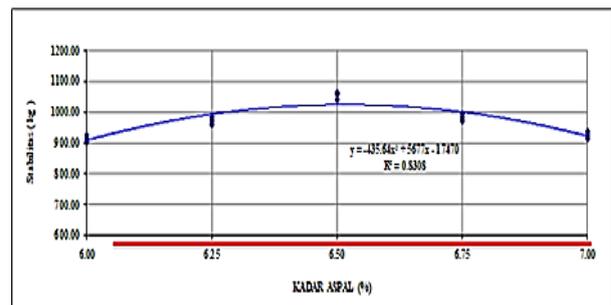


Gambar 3. Hubungan antara VIM dengan kadar aspal

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa perbandingan antara kadar aspal dengan dengan nilai VIM berbanding terbalik, dimana semakin besar kadar aspal yang digunakan maka semakin kecil pula nilai dari VIM. Dimana nilai antara 4,97 % – 4,06 % telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

**Stabilitas**

Tabel 5 memperlihatkan nilai stabilitas antara 914.84 kg hingga 926.27 kg. dimana Nilai ini telah sesuai persyaratan. Nilai tersebut dapat dimuat dalam grafik seperti pada gambar 4.



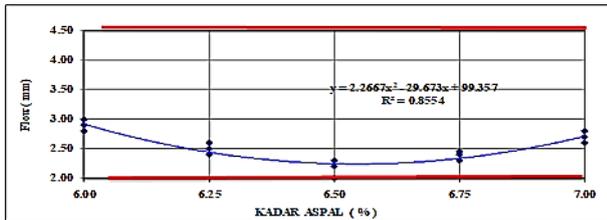
Gambar 4. Hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal

Dari gambar 4 terlihat stabilitas mengalami penurunan pada kadar aspal 6,00% - 6,25% namun apabila kadar aspal bertambah hingga 6,50% maka nilai stabilitas akan bertambah, namun apabila kadar aspal bertambah sampai kadar aspla 7,00% akan mengakibatkan stabilitas menurun Kembali. Sehingga dapat disimpulkan nilai stabilitas lemah pada kadar aspal rendah karena selimut aspal yang tipis, namun nilai stabilitas tinggi pada kadar aspal 6,25% karena selimut aspal yang tebal,tapi apabila aspalnya bertambah lagi akan mengakibatkan stabilitas turun karna ikatan agregat yang semakin lemah.

**Flow**

Pada tabel 5, memperlihatkan nilai *flow* yang didapat dimana nilainya antara 2.90 mm hingga 2.70 mm.

Nilai ini telah memenuhi syarat. Hasil perhitungan *flow* dimuat dalam grafik seperti pada gambar 6.

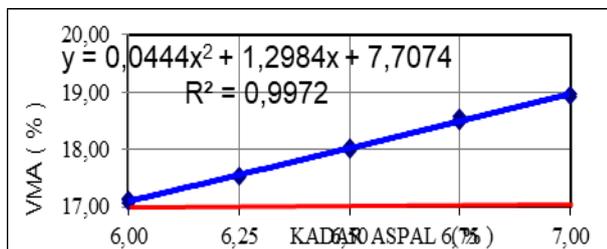


Gambar 6. Hubungan antara *flow* dengan kadar aspal

Pada gambar 6, *flow* akan meningkat di kadar aspal 6% - 6,25%, namun pada kadar aspal 6,50% nilai akan menurun, tapi di kadar aspal 6,75% - 7,00% nilai *flow* akan kembali meningkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* berbanding terbalik dengan nilai stabilitas.

VMA (*Void in Mineral Aggregate*)

Hubungan antara nilai VMA dengan kadar aspal ialah berbanding lurus dimana semakin kecil kadar aspal yang digunakan maka nilai VMA akan mengecil juga. Ini disebabkan karena sifat aspal yang merupakan bahan pengikat, aspal juga berperan sebagai bahan pengisi.



Gambar 7. Hubungan antara VMA dengan kadar aspal

3. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk penentuan K.A.O pada SMA Kasar digunakan kadar aspal dengan nilai VIM terendah, ini dikarenakan sifat dari campuran SMA yang merupakan lapisan pelindung, sehingga dibutuhkan nilai VIM yang kecil agar campuran kedap air, sehingga dapat melindungi lapisan yang berada di bawahnya, untuk nilai VIM terendah diperoleh pada kadar aspal 7%. Sehingga digunakan kadar aspal 7% sebagai K.A.O

4. Stabilitas Marshall Sisa

Apabila kadar optimum telah ditentukan Langkah berikutnya adalah membuat sampel uji berdasarkan KAO yaitu 7,00% yang akan direndam pada suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.

Tabel 6. Hasil pengujian stabilitas marshall sisa

PERSYARA TAN	Stabilitas		Indeks Perendam an / Indeks Kekuatan Sisa (%)
Kadar Aspal (%)	Konvensio nal	Immerti on	
7	914.84	891.97	97.50
7	926.27	903.40	97.53
7	937.71	914.84	97.56
Rata-rata	926.27	903.40	97.53

Untuk memperoleh nilai Stabilitas Marshal Sisa, nilai dari stabilitas mashall imertion dibandingkan dengan stabilitas marshall konvensional pada kadar aspal optimum yaitu 7,00% yang akan di kali 100%, untuk mendapatkan hasil dari nilai Stabilitas Marshall Sisa (SMS) indeks perendaman/ indeks kekuatan sisa dari campuran. Dimana hasil pada peelitian ini adalah 97,53% adapun hasil pengujian ini telah melampaui batas minimum dari standar spesifikasi Bina Marga yaitu minimum 90%.

KESIMPULAN

Karakteristik material agregat yang diambil dari Sungai Sa'dan Kecamatan Sesean Kabupaten Toraja Utara memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.

Campuran komposisi *Stone Matrix Asphalt* Kasar pada penelitian ini ialah agregat kasar 7,2%, agregat halus 1,2,50%, *filler* 8,5,0%, dan kadar aspal 7% dimana memiliki VIM terkecil

Hasil pengujian karakteristik campuran SMA Kasar dengan metode uji Marshal Konvensional didapatkan nilai stabilitas 926.27 kg, *flow* 2.70 mm, VIM 4.06%, dan VMA 19.25%. dan juga hasil dari uji marshal *immersion* 97,53%, memenuhi standar spesifikasi, yaitu minimal 90%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Sukirman, 2013, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia

[2] Austroads, 2003, *Guide To Pavement Technology*. Austroads Ltd

[3] Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- [4] N. Wendani, M. Selintung, dan Alpius, 2020, "Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 138–143
- [5] I. S. K. Sosang, Alpius, dan Elisabeth, 2020, "Pemanfaatan Agregat Sungai Mawa Kecamatan Cendana dalam Campuran AC-WC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, hlm. 53–57
- [6] Fani. L. A, Irianto, Elizabeth, dan Alpius, 2019, "Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC," *Paulus Civ. Eng. J. Ojsukipaulusacid*, vol. 1, no. 2, hlm. 10–19
- [7] R. Rachman, 2020, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," *J. Tek. Sipil Dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, hlm. 20–30
- [8] K. Marianto, Alpius, dan C. Kamba, 2020, "Pengujian Karakteristik Campuran HRS-WC Menggunakan Batu Sungai Makawa Kecamatan Walenrang Utara," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 128–137