

Pengujian Campuran SMA Kasar Menggunakan Batu Sungai Tapparan Kabupaten Tana Toraja

Emil Loli*¹, Alpius*², Charles Kamba*³

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia. Paulus, Makassar, Indonesia, emil44406@gmail.com

*^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar; Indonesia alpiusnini@gmail.com dan kamba.charles@gmail.com

Correspondent Author: kamba.charles@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memanfaatkan batu Sungai Tapparan dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar. Metode/spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil pengujian dari Laboratorium, memperlihatkan karakteristik bahan perkerasan yaitu batu Sungai Tapparan Kabupaten Tana Toraja memenuhi Spesifikasi untuk dijadikan material perkerasan jalan. Dengan Uji Marshall konvensional diperoleh kadar aspal 6,00 % , 6,25 % , 6,50 % , 6,75 % , dan 7,00 % yang memenuhi Spesifikasi. Dari pengujian Marshall *Immersion* diperoleh Stabilitas Marshall Sisa sebesar 95,10 % dengan kadar 7,00% memenuhi persyaratan yaitu > 90 % sesuai dengan Spesifikasi Umum.

Kata kunci: *Karakteristik, Komposisi SMA kasar, Perendaman Marshall*

Abstract

This experiment is intended of Tapparan river stone in a Stone Matrix Asphalt (SMA). The method in this experiment is to test character of every agregate and filler. then make a composition of Stone Matrix Asphalt (SMA) mixture Marshall testing to get the characteristics and the Marshall Immersion test for the remaining Marshall Stability value. The results of research, shows the character of the pavement material in the form of Tapparan River rock, Tana Toraja Regency, meet some specific for coating material. with conventional Marshall Test, the characteristics with asphalt content of 6.00%, 6.25%, 6.50%, 6.75%, and 7.00% meet the General Specifications. From the Marshall Immersion test, it was obtained that the remaining Marshall Stability was 95.10% with asphalt 7.00% fulfilling the requirements, namely > 90% accordance with the General Specifications.

Keywords: *Characteristics, Rough SMA Composition, Marshall Immersion*

PENDAHULUAN

Pengujian material adalah suatu persyaratan dalam pemanfaatan sebagai bahan perkerasan jalan. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia seperti batu sungai adalah suatu keuntungan untuk pemerintah setempat [1]. Salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Tana Toraja adalah sungai Tapparan. Dimana pada lokasi tersebut kandungan batu kali berpotensi untuk dapat digunakan sebagai agregat untuk campuran perkerasan jalan utamanya untuk lapisan permukaan. Namun untuk

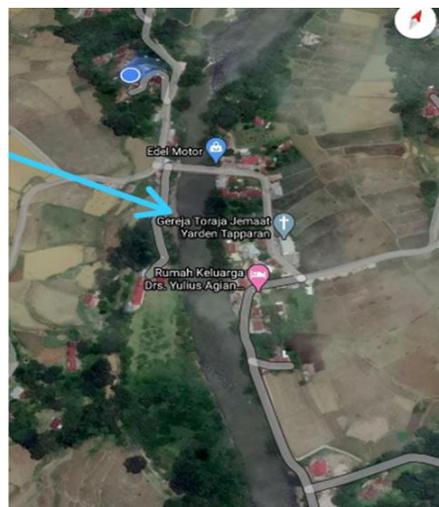
penggunaan diperlukan suatu penyelidikan laboratorium tentang karakteristik material tersebut. Pada penelitian ini akan meneliti SMA kasar dengan menggunakan agregat kasar dan halus dari Sungai Tapparan. SMA terdiri dari dua jenis campuran yaitu SMA Halus dan SMA Kasar [2].

Berbagai tentang SMA, baik itu SMA halus maupun SMA Kasar antara lain Jusuf dkk (2021) meneliti tentang “Pemanfaatan Batu Sungai Sibangke Kabupaten Toraja Utara Pada Campuran SMA Kasar” [3]. Timbonga dkk (2021) meneliti tentang “Pemanfaatan Batu Gunung Limbong Kecamatan Rantepao Dalam Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar” [4]. Jansen dkk (2020) meneliti tentang “Pemanfaatan Batu Sungai Sa’dan Toraja Utara Sebagai Campuran *Stone Matrix Asphalt* Halus” [5]. Sandabunga dkk (2020) meneliti tentang “Karakteristik Campuran SMA Kasar Menggunakan Batu Sungai Sa’dan Kecamatan Sesean Toraja Utara” [6]. Bato’tanete dkk (2020) meneliti tentang “*Characteristics of the Stone Matrix Asphalt Coarse using the Tabu River Stone North Toraja Regency*” [7]. Supit dkk (2021) meneliti tentang “Pemanfaatan Limbah Nikel Sorowako Dalam Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar” [8]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana karakteristik bahan dari Tapparan sebagai agregat untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) kasar. Pada penelitian menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 [9] sebagai bahan acuan pemeriksaan persyaratan *Stone Matrix Asphalt* Kasar.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Pengambilan material berada di beberapa titik yang ada di Sungai Tapparan untuk bisa mewakili semua Batu yang ada di sungai tersebut. Material dikumpulkan menggunakan karung beras 20kg jumlah material 3 karung.



Gambar 1. Lokasi pengambilan material

2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Analisa Saringan (SNI 03-1968-1990). Tujuannya yaitu membuat distribusi butiran agregat kasar dalam grafik yang memperlihatkan pembagian butir pada agregat memakai saringan [10].

Uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan halus. yang tujuannya yaitu menentukan nilai berat jenis dan penyerapannya lalu mengelompokkan berdasarkan berat jenisnya [11]. Nilai Setara

Pasir/Sand Equivalent Test. Bertujuan mendapatkan hasil persentase kadar lumpur dari agregat halus [12]. Abrasi dengan mesin Los Angeles. Tujuannya sebagai penentu tingkat keausan suatu material dengan mesin los angeles melalui perbandingan berat yang lolos saringan no.12 (1,7) dengan berat semula, dalam % [13]. Partikel Pipih dan Lonjong. Tujuannya yaitu menentukan indeks pipih dan lonjong nya agregat yang bisa dipakai di campuran, dan dinyatakan dalam %.

Kelekatan Agregat pada Aspal. Yang bertujuan mendapatkan nilai kelekatan agregat pada aspal. Kelekatan agregat pada aspal adalah persen luas permukaan yang ditutupi aspal terhadap keseluruhan permukaan. Material Lolos Ayakan No.200. yaitu untuk mengetahui bahan agregat yang lolos saringan 200 d sehingga berguna bagi perencana untuk mencuci agregat sebelum dipakai.

3. Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Pengujian Daktilitas pada 25°C (cm) yaitu mendapatkan aspal kenyal dimana pengujian nya dimulai dengan aspal yang diulur dapat tercapai sebelum terputus. uji Titik Lembek (°C). Adalah mengetahui temperatur aspal mulai melembek pada alat *ring and ball* yang mana ini menjadi pedoman saat berada di lapangan. uji Titik Nyala (°C). yaitu untuk mendapatkan nilai temperatur saat terjadi nyala pada sampel yang di uji.

Uji Berat Jenis. yang tujuannya adalah untuk mengetahui berat jenis aspal yang akan dipakai. Pengujian Penetrasi pada 25°C ialah mendapatkan nilai aspal yang mengeras yang di uji dengan penetrometer. Pengujian Penetrasi pada 25OC *Thin-Film Oven Test* (SNI 2456:2011). Yang tujuannya adalah mendapatkan nilai dari aspal keras yang melewati uji berat yang hilang dan uji dari penetrasi.

4. Rancangan Komposisi Campuran

Komposisi campuran SMA Kasar yang digunakan yaitu aspal panas terdiri dari bahan pengikat aspal dimana pencampurannya melalui proses pemanasan. SMA Kasar memiliki ukuran maksimum agregat adalah 25 mm.

Tabel 1. Rancangan Komposisi Campuran

Ukuran saringan		Lolos Saringan			
Inci	Mm	Spesifikasi (%)			Gradasi Campuran (%)
1½"	37.500				
1"	25.000	100			
¾"	19.000	90	-	100	95
½"	12.500	50	-	88	69
⅜"	9.500	25	-	60	42,5
No.4	4.750	20	-	28	24
No.8	2.360	16	-	24	20
No.16	1.180				
No.30	0.600				
No.50	0.300				
No.100	0.150				
No.200	0.075	8	-	11	9,5

5. Pengujian Marshall Konvensional

Uji marshall adalah uji tekan pada benda uji aspal beton untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow* marshall dilengkapi cincin penguji berkapasitas 22,2 KN (500 Ibf) dan *flowmeter*. Benda uji marshall

berbentuk silinder dengan diameter 10,2 cm dan tebal 6,35 cm. Prosedur pengujian marshall berdasarkan SNI 06-2489-1991 atau ASTM D 1559.

Ada beberapa tahap kinerja pengujian Marshall Konvensional yaitu: Penentuan berat benda uji, pengujian nilai stabilitas sampai terjadi kelelahan plastis, pengujian kelelahan adalah besarnya transformasi pada aspal beton padat akibat adanya beban sampai batas runtuhnya. Perhitungan Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan kelelahan, Perhitungan berbagai jenis volume berpori dalam aspal beton padat (VMA dan VFA).

6. Pengujian Marshall *Immersion*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Dari pemeriksaan didapatkan nilai stabilitas, *flow*, VIM (*Void In The Mix*), VFB (*Void Filled With Bitument*), MQ (Marshall Quotient). Pengujian ini prinsipnya sama saja halnya dengan pengujian Marshall standar, yang membedakan adalah lama perendaman di *waterbath*. Menurut ASTM D.175-54 ada dua metode uji perendaman Marshall (*Immersion Test*) yaitu perendaman selama 4x24 jam dengan suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ dan uji perendaman selama 1x24 jam dengan temperatur $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Pada penelitian ini sampel di rendam sekitar 24 jam dalam suhu 60°C sebelum pembebanan diberikan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan

a. Karakteristik Agregat

Dari hasil pengujian keausan dengan Los Angeles diperoleh nilai agregat kasar terhadap keausan dari Fraksi A adalah 20,88%, Fraksi B adalah 20,06%, Fraksi C adalah 17,30%. Dari semua hasil pengujian, setiap fraksi memenuhi Spesifikasi Umum yaitu dengan nilai maksimum 30 %. maka, bisa diketahui agregat Sungai Tapparan yang dijadikan sebagai bahan lapisan permukaan jalan mampu bertahan terhadap keausan karena adanya gesekan antara agregat dengan agregat atau ban kendaraan. Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang menggunakan dua sampel diperoleh nilai untuk Berat Jenis *Bulk* adalah 2,60 %, berat jenis SSD adalah 2,62 %, berat jenis semu adalah 2,66 %, dan Penyerapan Air adalah 0,80 %. Semua hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum yaitu untuk Berat Jenis *Bulk*, Berat Jenis SSD dan Berat Jenis Semu adalah minimal 2,5 % dan Penyerapan Air maksimal 3 % sehingga dapat dikatakan penyerapan agregatnya kecil.

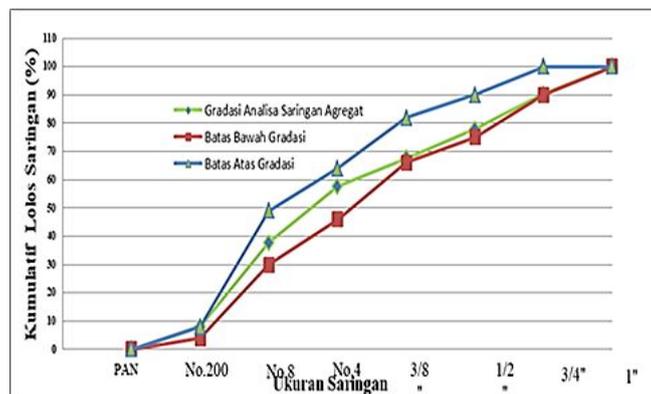
Berdasarkan hasil pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus diperoleh nilai untuk Berat Jenis *Bulk* adalah 2,57 %, Berat Jenis SSD adalah 2,59 %, Berat Jenis Semu adalah 2,62 %, dan Penyerapan Air adalah 0,71 %.

Semua hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum yaitu untuk Berat Jenis *Bulk*, Berat Jenis, Berat Jenis Semu adalah minimal 2,5 % dan Penyerapan Air maksimal adalah 3 %. Hasil dari analisa saringan, bisa dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 memperlihatkan hasil analisa saringan yaitu gradasi agregat beserta spesifikasi yang mana gradasinya berada mendekati batas bawah spesifikasi gradasi, ini menunjukkan bahwa agregat dari batu Sungai Tapparan Kabupaten Tana Toraja yang dipakai banyak memiliki gradasi kasar, serta memenuhi Spesifikasi Umum.

Hasil pengujian material lolos saringan No. 200 diperoleh hasil 1,6% dimana ini memenuhi Spesifikasi Umum yang maksimal 10%. Dapat di ketahui bahwa agregat dari Sungai Tapparan Kabupaten Tana Toraja terhindar dari lempung dan lanau. Hasil Uji Nilai Setara Pasir dimana dari

hasil pengujian Nilai Setara Pasir diperoleh hasil Nilai Setara Pasir/ *Sand Equivalent* (SE) adalah 99,14 % dan kadar lumpur 0,86 %. Keduanya sesuai Spesifikasi Hasil Pengujian Partikel Kepipihan dan Kelonjongan Agregat Kasar. Dari hasil pengujian partikel pipih dan lonjong agregat kasar diperoleh partikel pipih yang mana kedua nilai tersebut telah memnuhi spesifikasi umum yaitu maksimal 10 %.



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan.

b. Karakteristik Aspal

Aspal yang dipakai yaitu aspal 60/70. Dari hasil uji penetrasi hasilnya adalah 66,3 mm. Hasil ini telah memenuhi Spesifikasi yaitu minimal 60 (0,1) mm – maksimum 70 (0,1) mm.

Dari pengujian titik lembek didapatkan nilai 50 °C. Hal ini sesuai dengan syarat Spesifikasi yaitu ≥ 48 °C. Dari pengujian daktilitas di dapatkan nilai rata-rata 150cm. Hasil ini masuk dalam syarat Spesifikasi Umum yaitu ≥ 100 cm.

Dari hasil pengujian Titik Nyala didapatkan nilai 2900C. Hasil ini masuk dalam syarat Spesifikasi yaitu ≥ 232 0C. Dari uji berat yang hilang diperoleh nilai rata-rata 0,239 %. Hasil ini masuk dalam syarat Spesifikasi umum dimana nilainya adalah $\leq 0,8$ %. Dari pengujian penetrasi *thin film oven test* didapatkan nilai 86,12%. Hasil ini masuk dalam syarat Spesifikasi yaitu $\leq 54\%$.

2. Data Analisis Campuran Beraspal

Tabel 2. Tabel Komposisi Campuran

Kadar aspal (%)	SMA				
	6,00%	6,25%	6,50%	6,75%	7,00%
Berat agregat (gram)	1128	1125	1122	1119	1116
Berat aspal (gram)	72	75	78	81	84
Berat campuran (gram)	1200	1200	1200	1200	1200

Tabel 3. Bulk Specific Gravity Dan Effective Specific Gravity

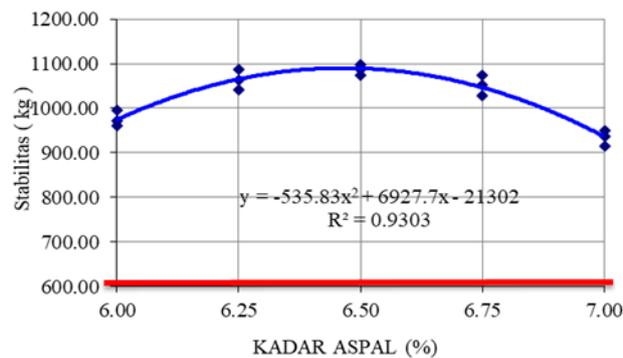
Kadar Aspal %	Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA) Kasar
---------------	---

	6,00 %	6,25%	6,50 %	6,75 %	7,00 %
Bulk Spesific Gravity	2,81	2.81	2.82	2.82	2.83
Effective Spesific Gravity	2,84	2.84	2.84	2.85	2.86

a. Analisis Terhadap Stabilitas

Tabel 4. Nilai Stabilitas

Kadar Aspal (%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
Sabilitas (kg)	960	1040	1074,9	1074	914,8
	972	1063	1097,8	1052	949,1
	994	994	1086,3	1029	937,7
Rata-rata	975	1033	1086,3	1052	933,9
syarat	Min 600 (Kg)				



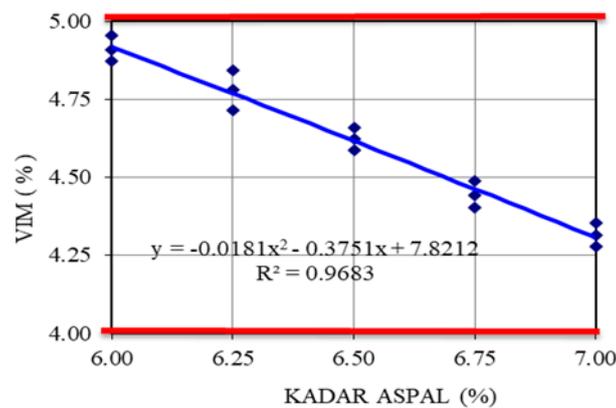
Gambar 3. Grafik Hubungan Stabilitas dengan kadar aspal

Dengan kadar aspal 6,00% - 7,00% pada SMA Kasar diperoleh Stabilitas 933,90kg – 1086,37kg di mana pada kadar aspal 6,00% - 6,5%. Semua nilai Stabilitas untuk SMA Kasar memenuhi Spesifikasi. Dari Gambar bisa disimpulkan menggunakan aspal yang sedikit pada campuran SMA Kasar menghasilkan selimut aspal yang kurang tebal pada permukaan yang membuat kuncian agregat menjadi kecil sehingga stabilitas menjadi kecil, namun jika aspal ditambah lagi maka selimut aspal akan tebal.

b. Analisis Terhadap VIM (Void in Mix)

Tabel 5. Nilai VIM

Kadar Aspal(%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
VIM (%)	4,94	4,83	4,57	4,43	4,26
	4,86	4,77	4,61	4,39	4,30
	4,89	4,70	4,65	4,47	4,34
Rata- rata	4,90	4,77	4,61	4,43	4,30
syarat	4 - 5 (%)				



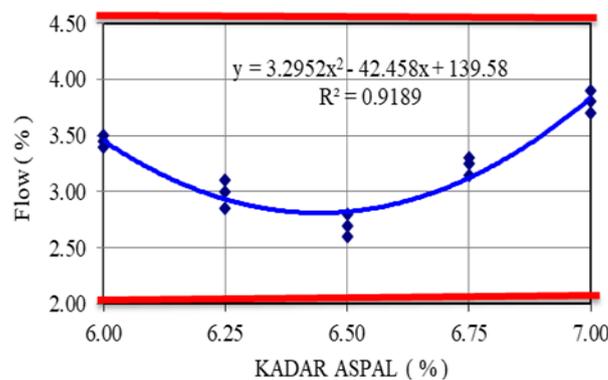
Gambar 4. Grafik Hubungan VIM dengan kadar aspal

Dengan kadar aspal 6,00% - 7,00% pada SMA Kasar diperoleh nilai VIM (*Void in Mix*) antara 4,30 % – 4,9 % yang memenuhi Spesifikasi Umum yang mana pada 6,00% - 7,00% terjadi penurunan. Dari grafik tersebut bisa disimpulkan semakin tinggi kadar aspal dipakai nilai VIM akan kecil dan sebaliknya.

c. Analisis Terhadap Flow

Tabel 6. Nilai *Flow*

Kadar Aspal (%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
Flow (mm)	3,50	3,00	2,60	3,15	3,70
	3,45	3,10	2,70	3,30	3,90
	3,40	2,85	2,80	3,25	3,80
Rata-rata	3,45	2,98	2,70	3,23	3,80
Persyaratan	2 - 4,5 (mm)				



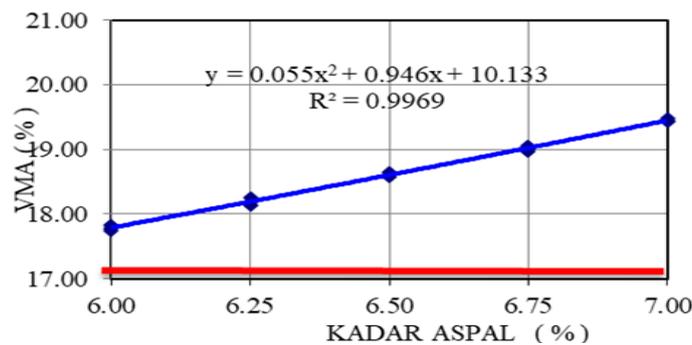
Gambar 5. Grafik hubungan *flow* dengan kadar aspal

Dengan kadar aspal 6,00% - 7,00% pada SMA Kasar didapatkan 2,70 mm – 3,80 mm yang mana untuk aspal 6,00% – 6,50% menurun. Semua nilai *Flow* dengan kadar 6,00% - 7,00% pada SMA Kasar sesuai persyaratan. Dari grafik di atas bisa disimpulkan, apabila pemakaian aspal kecil maka kuncian agregatnya berkurang sehingga membuat kelelahan besar. yang artinya kekuatan stabilitas berbanding terbalik dengan kelelahan,

d. Analisa pada VMA (*Void in Mineral Aggregate*)

Tabel 7. Nilai VMA

Kadar Aspal (%)	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
VMA (%)	17,81	18,24	18,57	19,00	19,41
	17,74	18,18	18,60	18,96	19,44
	17,77	18,12	18,63	19,03	19,47
Rata-rata syarat	17,77	18,18	18,60	19,00	19,44
	Min 17 (%)				



Gambar 6. Grafik hubungan VMA dengan kadar aspal

Dengan kadar aspal 6, 00% - 7 ,00% untuk SMA Kasar diperoleh nilai VMA (*Void in Mineral Agregat*) antara 17,75– 19,448% dimana sesuai Spesifikasi umum. Dari grafik bisa diketahui pada aspal 6,00%-7,00% nilai VMA terus naik karena dipengaruhi aspal yang dipakai. Dengan begitu bisa disimpulkan, semakin banyak aspal yang terpakai maka pori pada agregat yang terisi aspal makin banyak akibatnya nilai VMA naik.

3. Marshall Immersion

Sampel dengan kadar aspal optimum yaitu 7,00% kemudian direndam Selama±24 jam pada temperatur ± 60° C untuk mendapatkan nilai Stabilitas Marshall sisa dari campuran. Ada pun hasil pengujian Stabilitas Marshall Sisa campuran.

Tabel 9. Nilai Stabilitas Marshall Sisa

Kadar Aspal	Stabilitas Marshall		Stabilitas Marshall Sisa (%)
	Konvensional	Immersion	
7	914,84	869,09	95,00
7	949,14	903,40	95,18
7	937,71	891,97	95,12

Dari pengujian Marshall *Immersion* didapatkan hasil Stabilitas Marshall Sisa yaitu 95,10% dengan aspal 7,00%, dan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan nilai Stabilitas Marshall Sisa (%) bisa disimpulkan bahwa perkerasan jalan yang memakai Agregat dari Batu Sungai

Tapparan pada campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar dapat bertahan terhadap suhu serta lamanya terendam dalam air.

KESIMPULAN

1. Karakteristik agregat yang berasal dari Sungai Tapparan Kelurahan Tapparan Kecamatan Rantetayo Kabupaten Tana Toraja memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Komposisi campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar adalah agregat kasar 72%, agregat halus 12,50%, *filler* 8,50%, dan aspal 7% dimana memiliki VIM terkecil sebagai Kadar Aspal Optimum.
3. Dari pengujian yang dilakukan melalui uji Marshall Konvensional diperoleh nilai Stabilitas sebesar 933,90 Kg, *Flow* sebesar 3,80 mm, VIM sebesar 4,30 %, dan VMA sebesar 19,44% yang memenuhi Spesifikasi. Nilai Stabilitas Marshall Sisa dari hasil pengujian Marshall *Immersion* sebesar 95,10%, memenuhi spesifikasi umum

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rachman, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," *J. Tek. Sipil Dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, hlm. 20–30, 2020.
- [2] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2013.
- [3] F. J. Jusuf, Alpius, dan Elizabeth, "Studi Pemanfaatan Batu Sungai Sibangke Kabupaten Toraja Utara Pada Campuran SMA Kasar," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, hlm. 106–112, 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i1.213.
- [4] C. F. Timbonga, Alpius, dan L. E. Radjawane, "Pemanfaatan Batu Gunung Limbong Kecamatan Rantepao Dalam Campuran Stone Matrix Asphalt Kasar," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, hlm. 31–39, 2021.
- [5] R. A. Jansen, N. Ali, dan R. Rachman, "Pemanfaatan Batu Sungai Sa'dan Toraja Utara Sebagai Campuran Stone Matrix Asphalt Halus," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 4, hlm. 314–320, 2020.
- [6] A. D. Sandabunga, N. Ali, dan R. Rachman, "Karakteristik Campuran SMA Kasar Menggunakan Batu Sungai Sa'dan Kecamatan Sesean Toraja Utara," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 4, hlm. 282–288, 2020.
- [7] F. B. Bato'tanete, R. Rachman, dan Alpius, "Characteristics of the Stone Matrix Asphalt Coarse using the Tabu River Stone North Toraja Regency," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, hlm. 012094, Feb 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1088/1/012094.
- [8] F. P. Supit, R. Mangontan, dan Alpius, "Pemanfaatan Limbah Nikel Sorowako Dalam Campuran Stone Matrix Asphalt Kasar," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, hlm. 63–69, 2021.
- [9] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.
- [10] SNI-ASTM-C136, *Metode Uji untuk Analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*. Badan Standardisasi Nasional, 2012.
- [11] SNI 1970, *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Badan Standardisasi Nasional, 2016.
- [12] SNI 03-4428, *Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir*. Badan Standardisasi Nasional, 1997.
- [13] SNI 2417, *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. 2008.