

Studi Pemanfaatan Batu Sungai Sibangke Kabupaten Toraja Utara Pada Campuran SMA Kasar

Farrel Julian Jusuf*¹, Alpius*², Elizabeth*³

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
fareljulian87@gmail.com

*^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
alpiusnini@gmail.com dan elizabethbongga5173@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksud untuk melakukan pengujian karakteristik Stone Matrix Asphalt yang menggunakan batu Sungai Sibangke Kabupaten Toraja Utara. Metodologi yang dilakukan penelitian ini ada beberapa tahapan pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus dan filler. setelah itu dilakukan perancang proporsi campuran Stone Matrix Asphalt selanjutnya dilakukan uji marshall untuk menghasilkan karakteristik campuran yang sesuai dan melakukan pengujian Marshall Immersion untuk mendapatkan stabilitas marshall sisa / durabilitas berkadar aspal optimum.

Dari penelitian yang dilakukan di laboratorium, menunjukkan hasil karakteristik agregat dari batu Sungai Sibangke Kabupaten Toraja Utara, sudah memenuhi spesifikasi sebagai bahan lapisan perkerasan jalan. maka selanjutnya dilakukan uji Marshall konvensional dengan rancangan campuran Stone Matrix Asphalt menggunakan kadar aspal 6,00 %, 6,25 %, 6,50 %, 6,75 % dan 7,00 %. Dari hasil pengujian Marshall Immersion campuran Stone Matrix Asphalt dengan kadar aspal optimal 7,00 % diperoleh stabilitas marshall sisa / durabilitas sebesar 96,81% memenuhi syarat tersebut adalah minimal 90 %, memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Kata kunci : Karakteristik, Komposisi, *Stone Matrix Asphalt*

ABSTRACT

This research is intended to test the characteristics of the Asphalt Stone Matrix using stones from the Sibangke River, North Toraja Regency. The methodology carried out in this research is that there are several stages of testing the characteristics of coarse aggregates, thurst aggregates and filters. After that, the Stone Matrix Asphalt mixture proportion designer was carried out. Then the Marshal test was carried out to produce the appropriate characteristics of the mixture and carried out the Marshall Immersion test to obtain the stability of the remaining marshall / durability with the optimum aspal content.

From the research carried out in the laboratory, the results of the aggregate characteristics of the rocks from the Sibangke River, North Toraja Regency, have met the specifications as a road pavement coating material. Then the conventional Marshall test was carried out with a mixed design of the Asphalt Stone Matrix using aspal levels of 6.00%, 6.25%, 6.50%, 6.75% and 7.00%. From the results of the Marshall Immersion test, a mixture of Asphalt's Stone Matrix with optimal aspiration content of 7.00%, the stability of residual marshall / durability of 96.81% fulfills these requirements, is a minimum of 90%, meets the General Specifications of Bina Marga 2018.

Keywords: Characteristics, Composition, *Stone Matrix Asphalt*.

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu yang menggunakan bahan agregat dan aspal yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan tertentu sesuai dengan jenis campurannya. Bahan utama yang digunakan adalah agregat dalam campuran untuk menentukan kekuatan perkerasan sedangkan aspal sebagai bahan pengikat dalam campuran perkerasan.

Pengujian karakteristik dilakukan untuk mendapat campuran yang kuat dan tahan terhadap beban

yang berada di atasnya. Selain itu komposisi dalam campuran harus diketahui karena akan berpengaruh pada kualitas campuran yang didapatkan. Dalam mendapatkan hasil campuran beraspal yang baik berpatokan pada spesifikasi bina marga 2018 untuk mendapatkan campuran yang sesuai dengan fungsi campuran yang akan digunakan.

Ketika karakteristik dan komposisi bahan perkerasan sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, maka selanjutnya masuk pada tahap pengujian untuk mengetahui campuran beraspal yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi. Seiring

dengan berkembangnya di daerah Kabupaten Toraja utara tepatnya di daerah kecamatan Likulambe masih saja ada beberapa ruas jalan yang mengalami kerusakan jalan karena minimnya masyarakat yang berada di lokasi setempat yang belum memanfaatkan agregat batu sungai sibangke sebagai bahan untuk perkerasan jalan melainkan hanya digunakan sebagai bahan bangunan serta pembuatan jalan setapak. Bongkahan batu yang berada disungai sibangke Kabupaten Toraja Utara dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam campuran untuk mengurangi biaya konstruksi.

Penelitian ini tujuan untuk mengetahui karakteristik agregat, mendapatkan nilai komposisi dan mengetahui karakteristik campuran melalui pengujian *Marshall* konvensional dan *Marshall Immersion* untuk mengetahui nilai Stabilitas *Marshall* Sisa.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan material berada di Sungai Sibangke Kecamatan Likulambe, terletak ±17,6 km dari kota Rantepao, Kabupaten Toraja Utara, dapat dilihat gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pengecekan ciri agregat dilakukan pada pengujian Analisa Saringan (SNI ASTM C136:2012), pemeriksaan dilakukan mendapatkan gradasi butiran agregat yang sesuai dalam perencanaan campuran *Stone Matrix Asphalt*.

Pengujian Keausan (SNI 2417-2008) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keausan agregat yang diakibatkan karena adanya faktor penghambat. Keausan dapat diketahui melalui perbandingan bagi berat benda yang aus (Lolos ayakan No.12) dan berat total semula yang dinyatakan dalam persen (%).

Pemeriksaan Berat Jenis Curah (*Bulk*) dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969-2016) dan Pemeriksaan Berat Jenis Curah (*Bulk*) dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970-2016).

Pemeriksaan ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan mengelompokkannya berdasarkan berat jenisnya.

Pemeriksaan kadar lumpur (SNI- 03 – 4428 - 1997), dilakukan untuk menentukan besarnya (persentase) kadar lumpur dalam agregat yang digunakan sebagai campuran.

Pemeriksaan partikel pipih dan lonjong (ASTM D4791-10), dilakukan untuk menentukan berapa indeks kepipihan dan kelonjongan suatu agregat yang akan digunakan dalam perencanaan campuran yang dinyatakan dalam persen (%).

Pengujian Kelekatan agregat terhadap aspal (SNI 2439:2011), dilakukan untuk mengetahui jumlah kelekatan agregat pada aspal, penentuan ini dilakukan dengan cara visual dan diketahui dalam (%).

Pengujian Agregat Lolos saringan pada No. 200 / 0,075 mm (SNI ASTM C117:2012) pada pengujian yaitu bertujuan untuk menghitung berapa jumlah presentase bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 sehingga bisa digunakan dalam perencanaan campuran.

3. Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Metodologi digunakan dalam penelitian ini adalah Pengujian Penetrasi pada 25°C (SNI 06-2456-2011) dilakukan untuk mengetahui level kekerasan aspal adalah dalamnya suatu jarum ditusuk ke dalam aspal pada suhu tertentu yang telah diberikan beban dan selang waktu tertentu.

Pengujian titik nyala (°C) (SNI 2433:2011), uji ini dilakukan untuk mengetahui pada suhu berapa api dapat timbul pada permukaan aspal.

Pengujian titik lembek (°C) (SNI 2434:2011), pengujian ini dilakukan untuk mengetahui aspal mulai lembek pada suhu berapa.

Pengujian berat jenis (SNI 2441:2011), bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal terhadap air suling.

Pengujian daktilitas pada 25°C (SNI 2432:2011), bertujuan mengetahui kekenyalan aspal yang dinyatakan dengan panjang pemuluran aspal yang akan mencapai maksimal hingga sebelum terputus.

Pengujian Berat yang hilang (%) (SNI 06-2441-1991), hal ini dilakukan menentukan kehilangan minyak pada aspal setelah dilakukan pemanasan yang berulang dan hal ini juga mengetahui tingkat perubahan kinerja aspal setelah kehilangan berat.

4. Pemeriksaan Berat Jenis *Filler*

Parameter pada pemeriksaan berat jenis *filler* yaitu SNI ASTM C117: 2012 Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis *filler* dari semen.

5. Perencanaan Campuran

Dalam melakukan perancangan komposisi campuran *Stone Matrix Asphalt* kasar, memperhatikan kadar aspal yang digunakan yaitu mulai 6,00 % - 7,00 % dengan kenaikan kadar aspal yaitu 0,25 %. Tidak hanya kadar aspal adapun bahan yang lain seperti agregat kasar, agregat halus dan *filler* semen. Komposisi yang terdapat dalam kadar aspal 6,00% yaitu agregat kasar 72,57 %, agregat halus 12,79 %, dan *filler* 8,64 %. Komposisi untuk kadar aspal 6,25 % yaitu agregat kasar 72,43 %, agregat halus 12,71 % dan *filler* 8,61 %. Komposisi untuk kadar aspal 6,50 % yaitu agregat kasar 72,29 %, agregat halus 12,64 % dan *filler* 8,57 %. Komposisi untuk kadar aspal 6,75 % agregat kasar 72,14%, agregat halus 12,57 % dan *filler* 8,54 %. Dan komposisi untuk kadar aspal 7,00 % adalah agregat kasar 72,00 %, agregat halus

12,50 %, dan *filler* 8.50 % dan keseluruhan total berat tiap komposisi kadar aspal campuran yaitu 100 % atau 1200 gram.

6. Komposisi campuran

Untuk ukuran butiran agregat maksimum campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar yaitu 19 mm dan komposisi campuran aspal panas (*Hot Mix*). *Hot Mix* adalah campuran panas yang dihasilkan dari penggabungan agregat kasar, agregat halus, *filler* dan bahan pengikat dengan suhu tertentu dan komposisi yang teliti dan diatur dalam spesifikasi.

Perhitungan kadar aspal perkiraan awal :
 Kadar aspal efektif minimal. = 6,00 %
 Kadar aspal efektif maksimal = 7,00 %
 maka rancangan yang digunakan untuk kadar aspal campuran adalah 6,00 %, 6,25 %, 6,50 %, 6,75 % dan 7,00 %. Berdasarkan perkiraan Perhitungan kadar aspal minimal maka gradasi gabungan agregat di atas digunakan komposisi campuran dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Rancangan Komposisi Campuran

Ukuran saringan		Lolos Saringan		Gradasi Campuran (%)
inci	mm	Spesifikasi (%)		
1 1/2"	37,500			
1"	25,000	100	100	100
3/4"	19,000	90	-	95
1/2"	12,500	50	-	69
3/8"	9,500	25	-	42,5
No. 4	4,750	20	-	24
No. 8	2,360	16	-	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

Tabel 2. Komposisi campuran

KADAR ASPAL (%)	Ukuran Saringan	SMA				
		6,00%	6,25%	6,50%	6,75%	7,00%
AGREGAT KASAR	1"					
	3/4"					
	1/2"	72,57	72,43	72,29	72,14	72,00
	3/8"					
AGREGAT HALUS	No.4					
	No.8					
	No.16					
	No.30	12,79	12,71	12,64	12,57	12,50
	No.50					
FILLER	No.100					
	No.200					
		8,64	8,61	8,57	8,54	8,50

Jumlah benda uji pada penelitian dapat dilihat 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	

7. Pengujian Marshall Konvensional

Pengujian *Marshall (Marshall Test)* adalah salah satu metode yang digunakan dalam pengujian untuk mengetahui nilai ketahanan (stabilitas) dan kelelahan Plastis (*flow*) pada campuran aspal. Ketahanan adalah kemampuan aspal dalam terima beban menuju kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram atau *pound*. Biasa disebut stabilitas *Marshall* diartikan sebagai suatu beban berat yang masih dapat diterima oleh campuran sebelum terjadinya runtuh, sekalipun kelelahan plastis merupakan suatu perubahan dari campuran aspal yang terjadi akibat adanya beban hingga sampai batas runtuh. sebelum melakukan pengujian Marshall, terlebih dahulu yang dilakukan adalah proses rendaman benda uji, dilakukan saat suhu 60° C selama selang waktu 30-45 menit dan 24 jam, menguji *marshall* dilakukan dengan tujuan mengetahui sifat mekanik benda uji yaitu stabilitas dan flow.

8. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk mendapatkan kadar aspal optimum dalam campuran, jumlah penggunaan aspal yang sesuai akan mendapatkan komposisi yang baik antara agregat dengan aspal sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan. Berdasar pada syarat campuran *Stone Matrix Asphalt* sebagai lapisan pelindung maka kadar aspal optimum berdasar pada campuran yang telah memenuhi kriteria campuran dimana memiliki nilai *Void In Mix (VIM)* terkecil. Karena semakin kecil rongganya maka akan lebih tahan jika terendam. Pengujian *Marshall Immersion*

Parameter yang digunakan pada pengujian *Marshall Immersion* yaitu SNI 06 – 2489 - 1991. Yang bertujuan untuk mengetahui sampai dimana kekuatan campuran dapat bertahan pada lama rendam, suhu, dan air. Biasa disebut sebagai stabilitas *Marshall* sisa.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Material

a. Agregat

Hasil uji pada agregat kasar dan halus sebagai berikut.

Hasil uji keausan pada alat *Los Angeles* diperoleh nilai kuat agregat kasar dan nilai keausan dari Fraksi A adalah 3,00 %, Fraksi B adalah 4,00 %, Fraksi C adalah 3,28 % dan Fraksi D adalah 3,42 %. setelah semua benda uji dilakukan dengan hasil, setiap fraksi memenuhi spesifikasi yaitu dengan nilai maksimal 30 %. Karena agregat dapat menahan keausan akibat gesekan maka agregat dapat digunakan untuk bahan lapis permukaan jalan.

Hasil penelitian dari berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang memakai dua sampel diperoleh nilai untuk berat jenis bulk adalah 2,58, berat Jenis SSD adalah 2,60, berat semu 2,63 dan penyerapan air adalah 0,70 % . Semua hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu untuk berat jenis *bulk*, berat jenis SSD dan berat jenis SSD dan berat jenis semu adalah minimal 2,50 % dan penyerapan air maksimal 3,00 %, dapat dikatakan bahwa nilai serap agregat kecil.

Hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar diperoleh nilai berat jenis *bulk* adalah 2,56, berat jenis SSD adalah 2,58, berat jenis semu 2,66 dan penyerapan air adalah 1,52 %. Semua hasil penelitian telah memenuhi spesifikasi dengan berat jenis *bulk*, berat jenis semu adalah 2,5 dan penyerapan air maksimal adalah 3 %.

Hasil pengujian Analisa saringan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian analisa saringan

Pada gambar 2. memperlihatkan hasil Analisa saringan pada butiran agregat bahwa garis gradasi berada diantara batas bawah dan batas bawah.

Hasil uji material lolos saringan no.200 didapatkan hasil 0,99 %. Maksimal persyaratan hasil uji yaitu 1,00 %. Hasil dari uji ini melihatkan material telah bersih dari lempung dan lanau

Pengujian kadar lumpur agregat halus memakai 2 (dua) sampel diperoleh hasil rata-rata pada nilai *Sand Equivalent (SE)* adalah 96,68 % dan kadar lumpur 3,32 %. Keduanya sampel telah memenuhi Spesifikasi adalah minimal 50 % dan maksimal 5,00 % untuk kadar lumpur.

Hasil pengujian partikel kepipihan dan kelonjongan pada agregat kasar diperoleh partikel pipih yaitu 3,93 %, 4,99 %, 3,08 % dan 0,00 %,

partikel lonjong yaitu 4,00 %, 4,87 %, 3,57 % dan 0,00 %. Maksimal persyaratan yaitu 5,00 %.

Hasil uji kelekatan agregat pada Aspal. Pengujian ini hanya dilakukan secara pengamatan yang tidak melalui perhitungan. Nilai kelekatan diketahui dari luas permukaan sampel yang terselimuti aspal (<95% atau >95%). Hasil pantauan yang dilakukan dapat diketahui sepal dapat melekat dengan baik terhadap agregat

b. Aspal

Aspal yang dipakai dalam penelitian adalah aspal penetrasi 60 / 70. Hasil uji penetrasi diperoleh nilai yaitu 66,7 mm. standar spesifikasi adalah minimal 60 (0,1 mm)–maksimal 70 (0,1 mm)

Hasil uji pada daktilitas mendapatkan nilai rata-rata 150 cm. Minimal Persyaratan adalah 100 cm.

Hasil uji titik lembek aspal mendapatkan nilai rata-rata 50,2°C, minimum syarat adalah 48°C. Hasil uji

titik nyala didapatkan nilai rata-rata 290°C. Syarat yaitu Min 232°C.

Hasil uji berat jenis didapatkan nilai rata-rata dihasilkan 1,051. Minimal persyaratan adalah 1,0.

Hasil uji penurunan berat aspal diperoleh nilai rata-rata 0,434 % dimana Maksimal persyaratan yaitu 0,80 %.

Hasil uji penetrasi pada TFOT hasil berat aspal diperoleh rata-rata 84,7 %. persyaratan Minimal 54 %.

2. Marshall Konvensional

Kadar aspal yang digunakan dalam campuran *Stone Matrix Asphalt* : 6,00 %, 6,25 %, 6,50 %, 6,75 %, 7,00 %. Hasil perhitungan bulk specific gravity dan effective specific gravity dapat dilihat pada Tabel 4.

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

KADAR ASPAL (%)	CAMPURAN <i>STONE MATRIX ASPHALT</i> (SMA) KASAR				
	6,00 %	6.25 %	6,50 %	6,75 %	7,00 %
<i>BULK SPESIFIC GRAVITY AGGREGATE</i>	2.80	2.81	2.82	2.82	2.83
<i>EFFECTIVE SPESIFIC GRAVITY AGGREGATE</i>	2.83	2.83	2.84	2.85	2.86

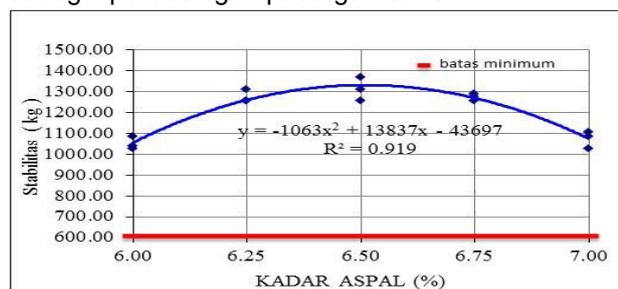
Hasil uji karakteristik *marshall* konvensional yang meliputi Stabilitas, VIM, *Flow*, VMA, VFB dapat dilihat tabel 5.

Tabel 5. Nilai Karakteristik Marshall Konvensional

KADAR ASPAL (%)	KARAKTERISTIK MARSHALL KONVENSIONAL			
	VIM	Stabilitas	<i>Flow</i>	VMA
	4-5 (%)	Min 600 (kg)	2 - 4,5 (mm)	Min 17 (%)
6,00	4,96	1052,06	3,45	18,59
6,25	4,85	1276,96	3,25	19,07
6,50	4,63	1315,08	2,95	19,46
6,75	4,51	1276,96	3,00	19,93
7,00	4,18	1074,93	3,52	20,23

a. Stabilitas

Nilai pengujian Stabilitas seperti pada tabel 5 di buat grafik dengan nilai stabilitas dan kadar aspal sebagai perbandingan pada gambar 3.

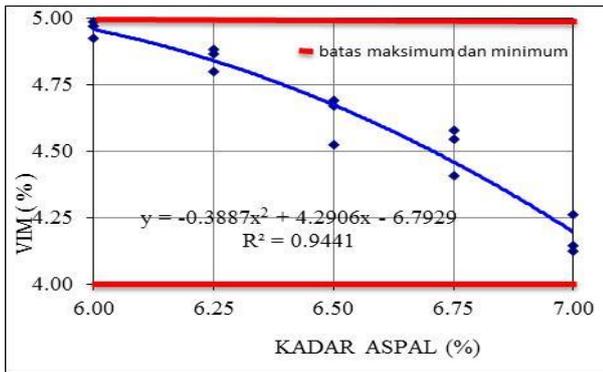


Gambar 3. Hubungan antara Stabilitas dengan kadar aspal

pada gambar 3 terlihat menggunakan kadar aspal 6,00 % - 7,00 % diperoleh nilai Stabilitas dari 1052,06 kg – 1074.93 kg. Nilai Stabilitas ini memenuhi persyaratan. Saat kadar aspal 6,00 % - 6,75 % grafik naik dan turun saat kadar aspal 7,00 %.

b. Void in Mix

Nilai VIM pada tabel 5 menunjukkan nilai antara 4,96 % - 4,18 %. Nilai itu maka di buat grafik dengan nilai VIM dan kadar aspal pada gambar 4.

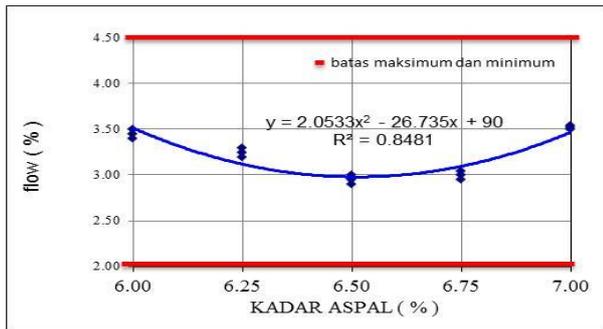


Gambar 4. Hubungan antara VIM dengan kadar aspal

Dari gambar 4 dapat dilihat aspal yang digunakan banyak untuk campuran beraspal membantu pengisian rongga pada agregat dalam campuran.

c. Flow

Hasil analisis terhadap *flow* seperti pada tabel 5, menunjukkan nilai antara 3,45 mm – 3,52 mm. nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi. Maka di buat gambar nilai *flow* dan kadar aspal grafik dilihat gambar 5.



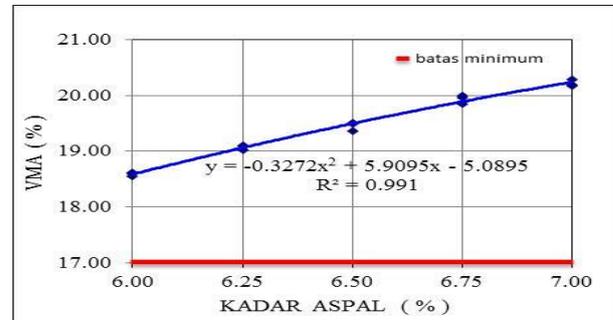
Gambar 5. Hubungan antara *flow* dengan kadar aspal

Dari gambar 5 dilihat bahwa jika menggunakan aspal dalam campuran beraspal kecil maka mengalami kelenturan menjadi besar karena ikatan antara agregat berkurang. Jika saat penggunaan aspal besar maka ikatan antara agregat lebih kuat yang akan mengalami kelenturan campuran menurun. Ketika menggunakan aspal bertambah banyak lagi maka selimut aspal lebih tebal yang menjadikan kuat campuran berkurang tapi kelenturan semakin besar jadi kuat campuran. Jadi kuat campuran dan stabilitas berbanding terbalik dengan kelenturan campuran atau *flow*.

d. VMA (Void in Mineral Aggregate)

Hasil penggunaan kadar aspal 6,00% - 7,00 % yang diperoleh nilai VMA dari 18,59 % - 20,23 %. Dapat dilihat tabel 5. Nilai itu telah memenuhi spesifikasi, hal ini terjadi akibat banyaknya aspal yang dipakai, aspal berfungsi selain menyelimuti agregat dan berfungsi untuk pengisi rongga agregat dan dalam

partikel agregat dapat dilihat gambar 6. Disimpulkan bahwa penggunaan aspal yang berlebihan maka rongga dalam agregat yang diisi aspal semakin besar pula menjadikan nilai VMA menjadi naik. Hal ini karena menggunakan aspal yang berlebihan pada saat pencampuran dan pemadatan. aspal akan mengisi rongga dalam campuran dan menyelimuti agregat.



Gambar 6. Hubungan antara VMA dengan kadar aspal

3. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Hasil uji *marshall* dan analisis karakteristik campuran *Stone Matrix Asphalt* telah ditentukan kadar Aspal praktis dalam campuran beton aspal yaitu semua kriteria atau karakteristik campuran dan kadar aspal 6,00 % - 7,00 % yang telah memenuhi.

Untuk ke tahapan pengujian selanjutnya yaitu Stabilitas *Marshall* Sisa / Durabilitas / Ketahanan Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar akibat perendaman, maka sesuai fungsinya yaitu lebih kedap air untuk itu ditentukan Campuran yang memiliki VIM terkecil yaitu pada kadar aspal 7,00 % karena kadar aspal 7,00 % memiliki jumlah aspal yang banyak yang dapat menutup rongga-rongga pada campuran dan melindungi lapisan perkerasan yang ada dibawahnya hingga batas umur rencana.

4. Stabilitas *Marshall* Sisa

Pembuatan benda uji setelah menentukan kadar aspal optimal adalah 7,00 %. Lalu dilakukan perendaman pada suhu 60°C selama ± 24 jam.

Tabel 6. Hasil pengujian Stabilitas *Marshall* sisa

Kadar aspal (%)	Nilai Stabilitas		
	Konvensional	<i>Immersion</i>	SMS
7,00	532,53	526,93	98,95
7,00	543,74	521,32	95,88
7,00	504,51	482,08	95,56
Rata-rata	526.93	510,11	96,81

Ketika memperoleh nilai indeks perendaman / indeks kekuatan sisa pada campuran. Hasil uji stabilitas *marshall* sisa campuran dilihat pada tabel 6. Nilai stabilitas *marshall* sisa diperoleh dari hasil uji stabilitas konvensional dan stabilitas *Marshall Immersion* dan hasil pengujian stabilitas *Marshall*

sisa diperoleh indeks perendaman yaitu 98,81 % pada kadar aspal 7,00 % nilai tersebut telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan yaitu minimal 90 %.

KESIMPULAN

Karakteristik Aspal, Karakteristik Agregat, Berat Jenis *Filler* untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) telah mencukupi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) dengan kadar aspal yang telah ditentukan mempunyai komposisi yang beragam sehingga diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan nilai VIM Terkecil yang memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik *Marshall* konvensional campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) yaitu nilai Stabilitas, VIM, VMA, dan Flow memenuhi spesifikasi. Sedangkan berdasarkan hasil stabilitas *Marshall* sisa pada campuran SMA didapatkan dari perbandingan hasil bagi antara Stabilitas *Marshall Immersion* dengan Stabilitas *Marshall* Konvensional yang memenuhi standar spesifikasi umum Bina Marga 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AAPA (2000) Panduan dan Aplikasi Aspal Stone Mastic, Panduan Implementasi AAPA IG-4.
- [2] Austroads (2003) Panduan Untuk Pemilihan Jalan, AP-G63/03.
- [3] Direktorat Jendral Bina Marga 2018, Metode Pengujian Aspal. Badan Penelitian dan Pengembangan, Makassar.
- [4] Laboratorium Aspal (2018). Panduan Praktikum Jalan & Aspal Teknik Sipil, UKIP Makassar.
- [5] National Asphalt Pavement Association (1999) Merancang dan Membangun Campuran SMA. QIP 122.
- [6] Novita Tandi Kamma (2019), "Pengujian Karakteristik Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA) Yang Menggunakan Batu Gunung Tandiallonan Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja"
- [7] Robert. Et. Al., 1996. Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction. NAPA Education Foundation. California.
- [8] Standar Nasional Indonesia (SNI), "Pengujian Aspal dan Agregat", Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta.
- [9] Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018, Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus. Badan Penelitian Dan Pembangunan Departemen Pekerjaan Umum, Makassar.
- [10] Tahir, A., 2011, Kinerja Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Yang Menggunakan Serat Selulosa Alami Dedak Padi, Penelitian Tugas Akhir. Progam Studi Teknik Sipil, Universitas Tadulako, Palu