

## Pemanfaatan Batu Sungai Mappak Kabupaten Tana Toraja Dalam Campuran Laston Lapisan Antara

**Remsi Barrung, Abd. Rahim Nurdin, Tamrin Mallawangeng**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : rhemzybarrung99@gmail.com

---

### Artikel info

#### Artikel history:

Diterima: 02-09-2023

Direvisi: 05-01-2024

Disetujui: 30-01-2024

**Abstract.** *This research aims to find out how the aggregate characteristics of the Mappak River in Tana Toraja Regency can be used as a pavement material for asphalt mixtures. The method used is the conventional marshall method to obtain the properties of the mixture and marshall immersion to obtain residual marshall stability from the optimum asphalt content mixture. The results of the study indicated that the aggregate characteristics of the Mappak River stone in Tana Toraja Regency with an aggregate wear value of 21.6% met the specifications as a road pavement layer material for Mixed Laston Intermediate Layers with Optimum Asphalt Content of 6.20%, with the mixed properties of Laston Intermediate Layers, namely Density, Stability, flow, VIM, VMA, VFB and Marshall Quotient have met the Specifications of Bina Marga 2018. Through Marshall Immersion testing the Laston Intermediate Layers mixture with Optimum Asphalt Content of 6.20% obtained Remaining Marshall Stability of 95.07%, which means that it meets the Specifications Bina Marga 2018, namely at least 90%.*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik agregat Sungai Mappak Kabupaten Tana Toraja dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan pada campuran aspal. Metode yang digunakan ialah metode marshall konvensional untuk mendapatkan sifat-sifat campuran dan marshall immersion untuk mendapatkan stabilitas marshall Sisa dari campuran kadar aspal optimum. Hasil penelitian, menunjukkan bahwa karakteristik agregat batu Sungai Mappak Kabupaten Tana Toraja dengan nilai keausan agregat 21,6% memenuhi spesifikasi sebagai bahan lapisan perkerasan jalan untuk Campuran Laston Lapis Antara dengan Kadar Aspal Optimum 6,20%, dengan sifat campuran Laston Lapis Antara yaitu Kepadatan, Stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB dan Marshall Quotient telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Melalui pengujian Marshall Immersion campuran Laston lapisan antara dengan Kadar Aspal Optimum 6,20% diperoleh Stabilitas Marshall Sisa sebesar 95,07 % yang berarti telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu minimal 90%..

---

#### Keywords:

*Aggregate Characteristics;*

*Laston Intermediate Layer;*

*Marshall Test; Mappak River*

---

#### Corresponden author:

Email: rhemzybarrung99@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

---

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya penduduk pada suatu wilayah sangat berpengaruh pada perkembangan yang ikut meningkat khususnya pada jasa transportasi. Di bidang transportasi perkembangan pembangunan jalan dan perbaikan juga semakin bertambah demi menunjang kesejahteraan masyarakat dalam melakukan kegiatannya. Hal tersebut tentunya tidak terlepas dari sumber material demi memenuhi kebutuhan tersebut, maka diperlukan sumber daya alam yang harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia sangat di anjurkan sehingga pemerintah menyarankan untuk menggunakan material sekitar lokasi pembangunan jalan karena penggunaan material di sekitar lokasi pembangunan jalan dinilai lebih efisien baik dari segi biaya maupun waktu. Mengingat selama ini material yang digunakan berasal dari luar daerah yang membutuhkan biaya yang lebih banyak dari pada material lokal.

Selain karakteristik bahan perkerasan, komposisinya dalam campuran beraspal juga akan sangat berpengaruh pada kualitas campuran yang dihasilkan. Untuk menghasilkan campuran beraspal yang memenuhi spesifikasinya sesuai dengan fungsinya, maka proporsi penggunaan bahan perkerasan beraspal harus direncanakan dengan baik. Jika karakteristik dan komposisi bahan perkerasan sudah sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas dari campuran beraspal itu. Perkerasan jalan adalah lapisan permukaan jalan yang terdiri dari campuran agregat yang bisa berupa batu pecah, batu kali dan berfungsi untuk menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Lapis perkerasan tersebut harus mampu dilewati kendaraan-kendaraan yang akan melintas diatas jalan tersebut dengan tingkat kenyamanan tertentu dan harus anti selip. Menurut Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak

di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti

Campuran aspal yang terdiri dari agregat dan aspal dimana agregat sebagai komponen utama dalam campuran untuk menentukan kekuatan perkerasan sedangkan aspal sebagai bahan pengikat dalam campuran. Oleh karena itu sifat-sifat fisik dan mekanik agregat dalam campuran dengan pengujian karakteristik sangat perlu diperhatikan agar mendapatkan campuran yang kuat dan tahan lama. Dalam penelitian ini, agregat yang digunakan adalah agregat yang berasal dari Sungai Mappak Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja. Sungai Mappak adalah Sungai yang memiliki panjang  $\pm 26$  Km terletak di Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja, yang memiliki sumber material yang berupa batu sungai Namun penggunaan Batu sungai sejauh ini hanya sebatas bahan bangunan, belum dimanfaatkan sebagai bahan dasar campuran laston Lapis Antara.

Batu Sungai merupakan salah satu bahan yang memiliki peran penting dalam sebuah konstruksi. Dalam hal ini, batu sungai dipakai dalam fondasi rumah/bangunan yang dipasang berwarna mortar (campuran semen, pasir, dan air) sebagai konstruksi awal. Selain dalam konstruksi bangunan, batu sungai juga dipakai sebagai bahan campuran perkerasan jalan. Batu Sungai merupakan bahan yang tahan terhadap kondisi lingkungan seperti hujan dan panas sehingga batu ini menjadi pilihan dalam sebuah konstruksi. Batu sungai yang banyak tersedia dan bisa langsung diambil dari aliran sungai setiap daerah yang ada di Indonesia. Termasuk di daerah Tana Toraja, kecamatan Mappak desa Butang

Penelitian bertujuan untuk mengetahui Karakteristik Batu Sungai Mappak dapat digunakan sebagai bahan pekerasan jalan pada campuran aspal dan mengetahui sifat campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dengan menggunakan material agregat sungai Mappak.

## **2. METODE PENELITIAN**

Lokasi pengambilan agregat berasal dari Sungai Mappak kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja. Akses menuju ke lokasi dapat dilalui dengan menggunakan kendaraan baik roda empat maupun roda dua. Agregat yang diambil kemudian dibawa ke Laboratorium bahan dan jalan Universitas Bosowa, untuk dilakukan penelitian. Agregat yang akan digunakan berasal dari Sungai Mappak Kabupaten Tana Toraja. Pengambilan material dilakukan untuk mendapatkan contoh material yang akan diperiksa di laboratorium dan dapat mewakili seluruh bahan yang tersedia. Pengambilan material dilakukan dengan cara manual dengan menggunakan peralatan berupa skop dan karung. Pengambilan material dilakukan di tempat yang berbeda dalam satu lokasi. Setelah itu material diambil dan selanjutnya dibawa ke laboratorium Bahan dan Jalan Universitas Bosowa untuk diteliti. Aspal yang digunakan untuk pengujian campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) adalah aspal dengan Penetrasi 60/70. Persiapan material mencakup pemecahan batu Sungai untuk mendapatkan ukuran-ukuran yang dibutuhkan sesuai standar/spesifikasi campuran AC-BC, kemudian dibawa ke Laboratorium Universitas Bosowa.

Rancangan komposisi campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) yang digunakan adalah campuran aspal panas (Hot mix) yaitu suatu campuran yang terdiri dari komponen-komponen agregat yang merupakan komponen terbesar dalam campuran dan bahan pengikatnya ialah aspal dimana cara pencampurannya melalui proses pemanasan. Perencanaan campuran Laston Lapis Antara yang digunakan berdasarkan metode grafis dan analitis yaitu dengan menggunakan tabel batasan spesifikasi gradasi campuran lalu menentukan gradasi ideal yaitu nilai tengah dari masing-masing batasan spesifikasi gradasi. Selanjutnya menghitung proporsi dari setiap fraksi yaitu fraksi kasar, fraksi halus dan fraksi filler serta kebutuhan aspal campuran.

Tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisa Saringan ( SNI ASTM C136:2012 )  
Pengujian ini bertujuan untuk membuat suatu distribusi ukuran agregat kasar dalam bentuk grafik. Kemudian memperlihatkan pembagian butir (gradasi) suatu agregat dengan menggunakan saringan.
- b. 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).  
Maksud dari pemeriksaan ini ialah menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan mengelompokkannya berdasarkan berat jenisnya.
- c. Pemeriksaan Kadar Lumpur (SNI 03-4428-1997)  
Maksud pemeriksaannya ialah untuk mengetahui tingkat presentase kadar lumpur dari suatu agregat halus.
- d. Pengujian Keausan (Abration) dengan Mesin Los Angeles ( SNI 2417:2008).  
Tujuan dari percobaan ini untuk menentukan tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin los angeles dengan perbandingan berat benda yang lolos saringan no.12 (1,7) dengan berat semula, dalam %.
- e. Pengujian Agregat Lolos Ayakan No.200/0,075 mm (SNI ASTM C117 : 2012)  
Maksud pengujian yaitu bertujuan untuk mengukur persentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan 200 sehingga berguna bagi perencana dan pelaksana pembangunan jalan.

Pemeriksaan karakteristik aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian Penetrasi pada 25oC(SNI 2456:2011)  
Maksud pengujian yaitu untuk menentukan tingkat kekerasan aspal yaitu dalamnya suatu jarum masuk ke dalam aspal pada suhu tertentu yang dibebani dengan beban tertentu selama waktu tertentu.
- b. Pengujian Titik Nyala ( oC ) (SNI 2433:2011)  
Maksud pengujian yaitu untuk menentukan/mengetahui suhu dimana timbul nyala pada permukaan benda uji (aspal).
- c. Pengujian Titik Lembek ( oC ) (SNI 2434:2011)  
Maksud pengujianya itu untuk menentukan/mengetahui suhu dimana aspal mulai lembek.
- d. Pengujian Berat Jenis (SNI 2441:2011)  
Maksud pengujianya itu untuk menentukan berat jenis aspal terhadap air suling.

Komposisi campuran untuk AC-BC menggunakan material yang digunakan untuk campuran beton aspal adalah:

- 1. Agregat di ambil dari Sungai Mappak
- 2. Bahan pengikat (aspal penetrasi 60/70).
- 3. Bahan pengisi (filler) berasal dari semen.

Pembuatan Benda Uji untuk campuran AC-BC yang digunakan dalam pengujian Marshall ini adalah 21 buah, bahan yang digunakan dalam campuran AC-BC memenuhi spesifikasi, komposisi campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi yang berdasarkan pada Spesifikasi Umum 2018 Devisi 6.

**Tabel 1.** Jumlah benda Uji Campuran

Laston Lapisan Antara (AC-BC)			
1. Pengujian <i>Marshall</i> Konvensional			
	Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji	Jumlah
4,5%	3	3	3
5,0%	3	3	3
5,5%	3	3	3
6,0%	3	3	3
6,5%	3	3	3
Sub Total A			15
2. Pengujian <i>Marshall Immersion</i>			
Kadar Aspal Optimum (%)	Waktu (Menit/Jam)	Jumlah Benda Uj	Jumlah
KAO	30 Menit	3	3
KAO	24 jam	3	3
Sub Total B			6
Total Benda Uji (A + B)			21

Pengujian Marshall Konvensional Campuran AC-BC yang dilakukan dari metode Marshall Konvensional yaitu melakukan pengukuran berat jenis, pengukuran Stabilitas dan flow serta pengukuran kerapatan dan analisa rongga.

Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran AC-BC yang telah melalui pengujian marshall konvensional, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum. Data-data yang telah di peroleh diolah dan dimasukkan pada tabel data Hot Mix Desain metode Marshall maka akan dipadatkan hasil stabilitas, flow, kepadatan campuran, dan kepadatan agregat yang di dapatkan. Rumus umum untuk menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb) pada campuran adalah :

$$Pb = 0,035 (\% \text{Agregat Kasar}) + 0,045 (\% \text{Agregat Halus}) + 0,18 (\% \text{mineral aspal}) + K.$$

Dimana :

Pb = Perkiraan Kadar Aspal Optimum

K = Nilai konstanta 0,5-1,0 (untuk AC)

Pengujian Marshall Immersion bertujuan untuk mengetahui kemampuan campuran terhadap lama perendaman, suhu, dan air. Untuk prosedur pelaksanaan pengujian sama pula dengan prosedur pengujian pada *Marshall* standar untuk campuran Hot mix, hanya perbedaannya terletak pada lama perendaman yaitu pada *Marshall Immersion* lama perendaman adalah 24 jam pada suhu 60°C. Dan biasa disebut Indeks Perendaman (IP) atau Indeks Kekuatan Sisa (IKS). Pengujian ini berdasarkan campuran yang dipilih sebagai campuran dengan Kadar Aspal Optimum.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Analisis Agregat*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada karakteristik agregat kasar dan halus dari Sungai Mappak Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan. Maka data Karakteristik Agregat dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Agregat.

No	Pengujian	Metode	Spesifikasi Binamarga 2018		Satuan	Hasil penelitian	Ket.
			Min	Max			
1.	Keausan Agregat						
	Fraksi B	SNI 2417:2008	-	40	%	21,6	Memenuhi
2.	Pemeriksaan Berat Jenis Curah ( Bulk ) Dan Penyerapan Air Agregat						
	Batu Pecah 2 - 3						
	Bulk		2,5	-		2,59	
	SSD	SNI	2,5	-		2,66	
	Apparent	1969-2016	2,5	-	%	2,77	Memenuhi
	Penyerapan		-	3		2,47	
	Batu Pecah 1 - 2						
	Bulk		2,5	-		2,68	
	SSD	SNI	2,5	-		2,74	
	Apparent	1969-2016	2,5	-	%	2,86	Memenuhi
	Penyerapan		-	3		2,36	
	Batu Pecah 0,5 - 1						
	Bulk		2,5	-		2,65	
	SSD	SNI	2,5	-		2,71	
	Apparent	1969-2016	2,5	-	%	2,83	Memenuhi
	Penyerapan		-	3		2,38	
	Abu Batu						
	Bulk		2,5	-		2,64	
	SSD	SNI	2,5	-		2,70	
	Apparent	1970-2016	2,5	-	%	2,82	Memenuhi
	Penyerapan		-	3		2,44	
3.	Analisa Saringan						
	1''		100			-	
	3/4''		90	100		94,3	
	1/2''		75	90		81,81	
	3/8''		66	82		75,56	
	No.4		46	64		57,35	
	No.8	SNI ASTM	30	49	%	41,39	Memenuhi
	No.16	C136:2012	18	38		27,95	
	No.30		12	28		19,88	
	No.50		7	20		12,99	
	No.100		5	13		5,89	
	No.200		4	8		4,30	
4.	Uji Agregat Lolos Ayakan No.200						
	BP. 2 - 3					0,51	
	BP. 1 - 2	SNI ASTM	-	1	%	0,81	Memenuhi
	BP. 0,5 - 1	C117:2012				0,68	
	Abu Batu		-	10		8,6	

Sumber: Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga 2018

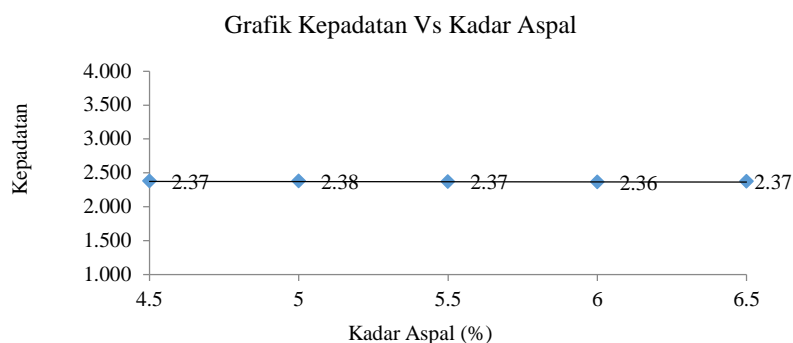
Berdasarkan Tabel 2. hasil pengujian karakteristik Sungai Mappak Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja pada Tabel 4.1. di atas, maka diperoleh:

- Keausan Agregat, hasil pengujian keausan agregat dengan menggunakan Alat Abrasi Los Angeles diperoleh nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan dari Fraksi B adalah 21,6 %. Dari hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu dengan nilai maksimum 40%. Sehingga dapat diketahui bahwa agregat dari Sungai Mappak Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja yang digunakan sebagai bahan lapisan permukaan jalan dapat tahan terhadap keausan akibat gesekan antara agregat.
- Berat Jenis Curah (Bulk) dan Penyerapan Air Agregat, hasil pengujian Berat Jenis Curah (Bulk) dan Penyerapan Air Agregat yang menggunakan Batu Pecah 2-3, Batu Pecah 1-2, Batu pecah 0,5-1 dan Abu Batu, Semua hasil pengujian memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu untuk Berat Jenis Bulk, Berat Jenis SSD dan Berat Jenis Semu adalah minimal 2,5% dan Penyerapan Air maksimal 3%.
- Analisa saringan, hasil pengujian Analisa Saringan Agregat diperoleh nilai dari setiap saringan mulai dari analisa saringan agregat kasar 3/4, 1/2, 3/8, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200, dan PAN ( filler) telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Oleh karena itu, agregat dari Sungai Mappak Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja yang dipakai memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.

- d. Hasil Pengujian Material Lolos Saringan No. 200, hasil pengujian material lolos saringan No.200 untuk Batu Pecah 2-3, Batu Pecah. 1-2 dan Batu Pecah 0,5-1 secara berurutan diperoleh hasil yakni 0,51%, 0,81% dan 0,68% sehingga memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu maksimal 1% dan untuk Abu Batu diperoleh hasil pengujian yakni 8,6% sehingga memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu maksimal 10%.

**Analisis Terhadap Kepadatan**

Dengan menggunakan kadar aspal 4,50%-6,50% diperoleh nilai Kepadatan untuk kadar aspal 4,50% diperoleh nilai sebesar 2,37 mm, untuk kadar aspal 5,0% diperoleh nilai sebesar sebesar 2,38 mm, untuk kadar aspal 5,50% diperoleh nilai sebesar 2,37 mm, untuk kadar aspal 6,0% diperoleh nilai sebesar 2,36 mm dan untuk kadar aspal 6,50% diperoleh nilai sebesar 2,37 mm. Hasil Pengujian terhadap kepadatan dapat dilihat pada Gambar 1. di bawah ini.

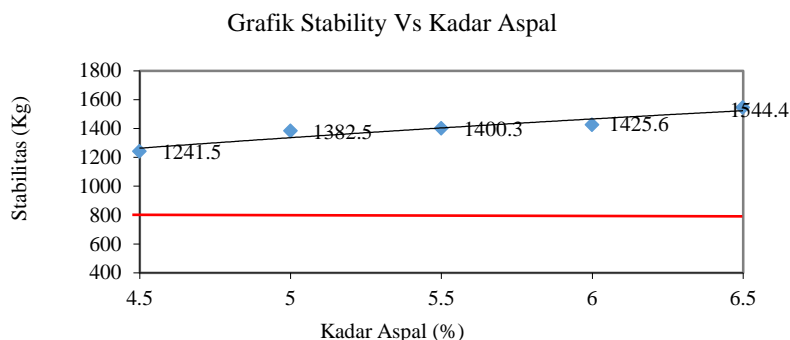


**Gambar 2.** Grafik Kadar Aspal dengan Kepadatan Campuran AC-BC

Nilai density (kepadatan) menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran VI-11 dengan density tinggi dalam batas tertentu akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat dibandingkan dengan campuran yang mempunyai density yang rendah. Nilai density suatu campuran dipengaruhi oleh kualitas dan komposisi bahan susun serta cara pemadatan, suatu campuran akan memiliki density yang tinggi apabila mempunyai bentuk butir yang tidak seragam dan porositas butiran rendah.

**Analisis terhadap Stabilitas**

Dengan menggunakan kadar aspal 4,50% - 6,50% diperoleh nilai stabilitas untuk kadar aspal 4,50% sebesar 1241,52 kg, untuk kadar aspal 5,00% mengalami kenaikan sebesar 1382,52 kg, untuk kadar aspal 5,50% mengalami kenaikan sebesar 1400,25 kg, untuk kadar aspal 6,00% mengalami kenaikan sebesar 1425,63 kg dan untuk kadar aspal 6,50% juga mengalami kenaikan sebesar 1544,43 kg. Semua nilai stabilitas dengan kadar aspal 4,50% - 6,50% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hasil Pengujian terhadap stabilitas dapat dilihat pada Gambar 2. di bawah ini

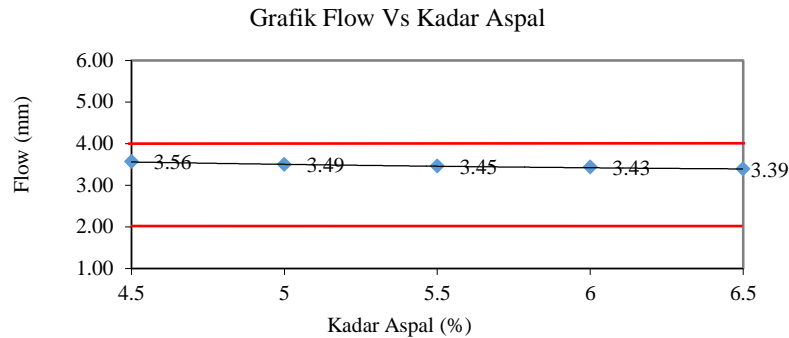


**Gambar 2.** Grafik Kadar Aspal dengan Stabilitas Campuran AC-BC

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa penggunaan kadar aspal yang sedikit dalam campuran Laston Lapis Antara akan menghasilkan selimut aspal yang tipis pada permukaan agregat yang mengakibatkan ikatan antar agregat (Interlocking) menjadi lemah sehingga stabilitas campuran kecil, tetapi jika aspal bertambah lagi maka ikatan antar agregat menjadi kuat/stabilitas campuran besar.

**Analisa Terhadap Flow**

Dengan menggunakan kadar aspal 4,50%-6,50% diperoleh nilai *Flow* untuk kadar aspal 4,50% diperoleh nilai sebesar 3,56 mm, untuk kadar aspal 5,00% tidak mengalami perubahan yaitu sebesar 3,49 mm, untuk kadar aspal 5,50% mengalami penurunan sebesar 3,45 mm, untuk kadar aspal 6,00% mengalami penurunan 3,43 mm dan untuk kadar aspal 6,50% juga mengalami penurunan sebesar 3,39 mm. Semua nilai *Flow* dengan kadar aspal 4,50% - 6,50% telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hasil Pengujian terhadap analisa terhadap flow dapat dilihat pada Gambar 3. di bawah ini

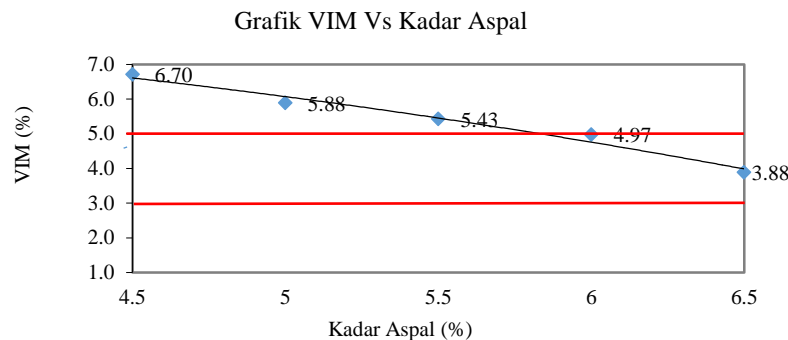


**Gambar 3.** Grafik Kadar Aspal dengan *Flow* Campuran AC-BC

Berdasarkan Gambar 3. bahwa jika penggunaan aspal dalam campuran beraspal kecil maka ikatan antar agregatnya berkurang yang menyebabkan kelelahan besar, kemudian jika penggunaan aspal bertambah lagi maka selimut aspal menjadi lebih tebal yang mengakibatkan kekuatan campuran bertambah dan kelelahan semakin kecil, yang artinya kekuatan campuran/stabilitas akan berbanding terbalik dengan kelelahan campuran atau flow.

**Analisa terhadap VIM (Void in Mix)**

Dengan menggunakan kadar aspal 4,50%-6,50% diperoleh nilai VIM untuk kadar aspal 4,50% didapatkan nilai sebesar 6,70 %, untuk kadar aspal 5,00% mengalami penurunan sebesar 5,88 %, untuk kadar aspal 5,50% mengalami penurunan sebesar 5,43 %, untuk kadar aspal 6,00% mengalami penurunan sebesar 4,97 % dan untuk kadar aspal 6,50% juga mengalami penurunan sebesar 3,88 %. Sesuai dengan grafik pada gambar 5 nilai VIM dengan kadar aspal 6,00% – 6,50% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hasil Pengujian terhadap VIM dapat dilihat pada Gambar 4. di bawah ini.

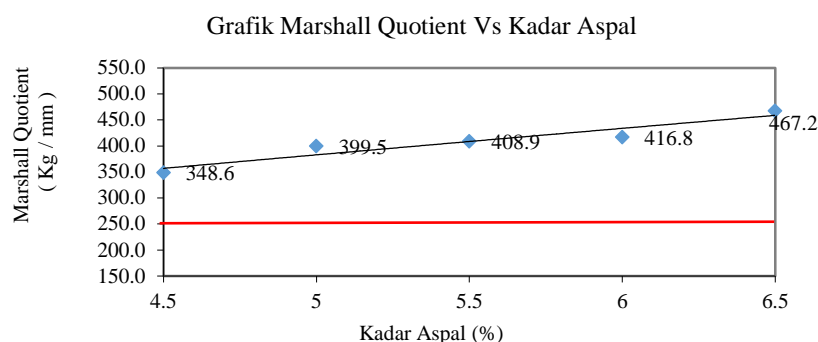


**Gambar 4.** Grafik Kadar Aspal dengan VIM Campuran AC-BC

Berdasarkan Gambar 4, semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM semakin kecil begitu pula sebaliknya, apabila kadar aspal yang digunakan semakin kecil maka nilai VIM akan semakin besar, hal ini kerana aspal berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga di dalam campuran beraspal. Penggunaan kadar aspal yang banyak selain mengurangi volume rongga udara dalam agregat, kadar aspal yang banyak juga dapat merubah bentuk plastis campuran dan merubah kekuatan/kemampuan campuran

**Analisa Marshall Quetient**

Dengan menggunakan kadar aspal 4,50%-6,50% diperoleh nilai Marshall Quetient untuk kadar aspal 4,50% diperoleh nilai sebesar 348,64 kg/mm, untuk kadar aspal 5,00% tidak mengalami perubahan yaitu sebesar 399,46 Kg/mm, untuk kadar aspal 5,50% mengalami kenaikan sebesar 408,91 Kg/mm, untuk kadar aspal 6,00% mengalami kenaikan 416,79 Kg/mm dan untuk kadar aspal 6,50% juga mengalami kenaikan sebesar 467,23 kg/mm. Semua nilai Marshall Quetient dengan kadar aspal 4,50% - 6,50% telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hasil Pengujian terhadap *Marshall Quetient* dapat dilihat pada Gambar 5. di bawah ini.

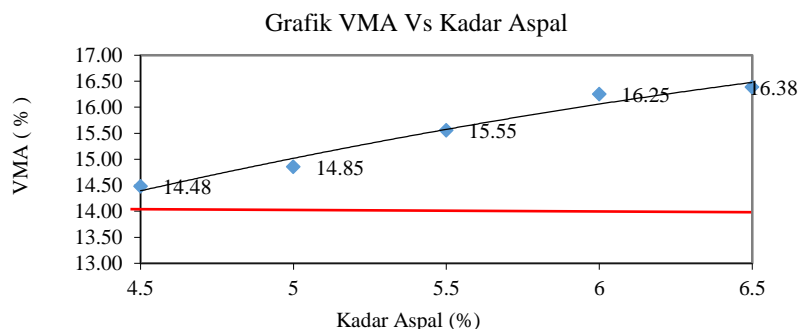


**Gambar 6.** Grafik Kadar Aspal dengan *MQ* Campuran AC-BC

Hasil bagi Marshall atau Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dan kelelahan yang juga merupakan indikator terhadap kekuatan campuran secara empiris. Semakin tinggi nilai *MQ* maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan terhadap retakan.

**Analisa Terhadap VMA (Void in Mineral Aggregate)**

Dengan menggunakan kadar aspal 4,50% - 6,50% diperoleh nilai VMA untuk kadar aspal 4,50% diperoleh nilai sebesar 14,48% untuk kadar aspal 5,00% kenaikan sebesar 14,85% untuk kadar aspal 5,50% mengalami kenaikan sebesar 15,55% untuk kadar aspal 6,00% mengalami kenaikan sebesar 16,25% dan untuk kadar aspal 6,50% juga mengalami penurunan sebesar 16,38 %. Semua kadar aspal memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hasil pengujian terhadap *Void in Mineral Aggregate* dapat dilihat pada Gambar 6. di bawah ini.

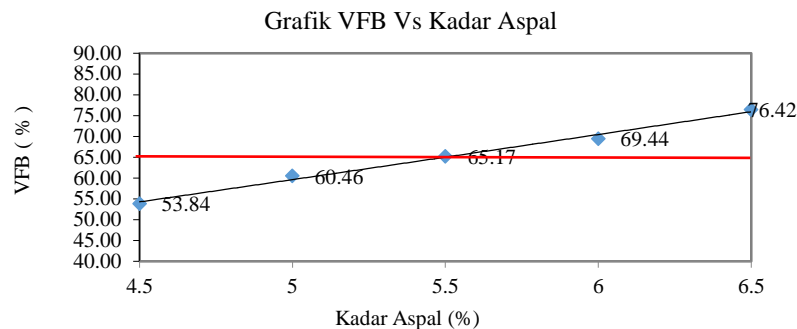


**Gambar 6.** Grafik Kadar Aspal dengan *VMA* Campuran AC-BC

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian terhadap *Void in Mineral Aggregate* dipengaruhi oleh banyaknya aspal yang digunakan, karena fungsi aspal selain menyelimuti (aspal efektif) juga berfungsi untuk mengisi rongga diantara agregat dan dalam partikel agregat. Dari Gambar 6, bahwa semakin banyak aspal yang digunakan maka rongga dalam agregat yang terisi aspal semakin besar sehingga nilai VMA akan meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh suhu pemadatan yang berkurang sebelum aspal sempat mengisi rongga-rongga pada partikel agregat, sehingga selimut aspal akan menjadi tebal. karena fungsi aspal selain menyelimuti agregat (aspal efektif) juga berfungsi untuk mengisi rongga diantara agregat dan dalam partikel agregat.

**Analisa Terhadap VFB (Void Filled With Bitumen)**

Dengan menggunakan kadar asal 4,50 % - 6,50% diperoleh nilai VFB untuk kadar 4,50% diperoleh nilai sebesar 53,84%, untuk kadar aspal 5,00% mengalami kenaikan sebesar 60,46%, untuk kadar aspal 5,50% mengalami kenaikan sebesar 65,17%, untuk kadar aspal 6,00% mengalami kenaikan sebesar 69,44% dan untuk kadar aspal 6,50% juga mengalami kenaikan sebesar 76,42%. Berdasarkan grafik pada Gambar 8, kadar aspal 5,5% - 6,5% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hasil pengujian terhadap *VFB* dapat dilihat pada Gambar 7. di bawah ini.

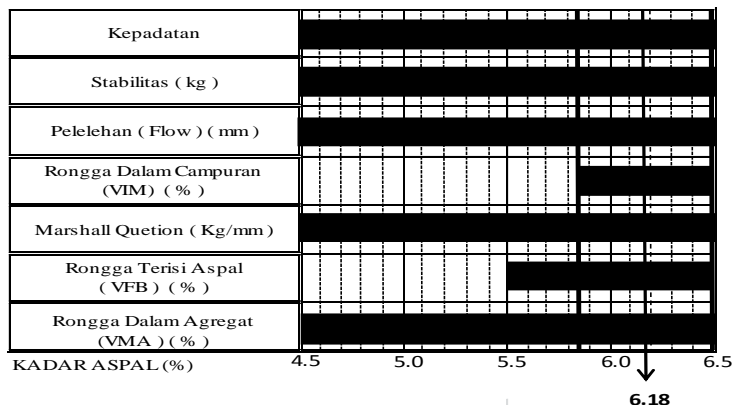


Gambar 7. Grafik Kadar Aspal dengan VFB Campuran AC-BC

Berdasarkan Gambar 7, bahwa penggunaan kadar aspal yang sedikit mengurangi nilai VFB, karena penurunan kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin sedikit terisi aspal. Begitupun sebaliknya penggunaan kadar aspal yang banyak memperbesar VFB, karena peningkatan kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin banyak terisi aspal.

**Penentuan Kadar Aspal Optimum**

Berdasarkan hasil analisis karakteristik campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dapat ditentukan kadar aspal praktis dalam campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) yaitu kadar aspal yang memenuhi semua kriteria atau karakteristik campuran Laston Lapis Antara dan kadar aspal praktis tersebut adalah rentang kadar aspal 4,50% - 6,50% untuk campuran Laston Lapis Antara (AC-BC). Berdasarkan Gambar 8. didapat Nilai Kadar Aspal Optimum yaitu 6.20%.



Gambar 9. Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari Gambar 9., kurva hubungan parameter Marshall dengan kadar Aspal untuk penentuan campuran AC-BC Standar dapat diuraikan sebagai berikut:

- Grafik hubungan antara Stabilitas terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa dengan kadar aspal rendah nilai Stabilitas semakin rendah dan seiring dengan penambahan kadar aspal maka nilai stabilitas akan semakin bertambah sampai pada titik tertinggi dan kemudian mengalami penurunan dengan penambahan kadar aspal.
- Grafik hubungan antara Marshall Quention menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai MQ akan semakin bertambah sampai pada titik tertinggi dan kemudian mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal.
- Grafik hubungan antara VIM terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa dengan kadar aspal rendah, maka nilai VIM menjadi tinggi. Namun dengan bertambahnya kadar aspal nilai VIM semakin rendah.
- Grafik hubungan antara Flow terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa secara konsisten Flow akan turun dengan bertambahnya kadar aspal.
- Grafik hubungan VMA terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai VMA akan berkurang.
- Grafik hubungan antara VFB terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai Vfb juga makin tinggi karena rongga terisi aspal.



**Stabilitas Marshall Sisa**

Setelah penentuan kadar aspal optimum, maka langkah selanjutnya adalah membuat benda uji berdasarkan kadar aspal optimum, yaitu 6,20% untuk campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) yang kemudian direndam selama ± 24 jam pada suhu ± 60°C. Adapun rumus Stabilitas Marshall Sisa campuran, dapat dilihat di bawah ini:

$$Stabilitas\ Marshall\ Sisa = (Perendaman\ 24\ Jam)/(Perendaman\ 30\ Menit) \times 100$$

Untuk mendapatkan nilai Stabilitas Marshall Sisa dari campuran. Stabilitas Marshall Sisa campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini :

**Tabel 3.** Indeks Perendaman Untuk Campuran AC-BC

Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian						
	Density	Stabilitas	Flow	VIM	VMA	MQ	VFB
-	-	Min. 800 (Kg)	2-4 (mm)	3-5 (%)	Min. 14 (%)	250 (Kg/mm)	Min. 65 (%)
Perendaman 30 Menit							
6.20%	2,36	1580,59	3,20	4,84	16,57	493,94	70,79
6.20%	2,35	1627,08	3,14	5,12	16,81	518,18	69,57
6.20%	2,36	1503,112	3,56	4,59	16,35	422,22	71,92
Rata-rata	2,36	1570,26	3,30	4,85	16,58	478,11	70,76
Perendaman 24 jam							
6.20%	2,36	1487,62	3,46	4,92	16,64	429,95	70,44
6.20%	2,35	1549,60	3,19	4,98	16,69	485,77	70,15
6.20%	2,36	1441,13	3,39	4,67	16,42	425,11	71,54
Rata-rata	2,36	1492,78	3,35	4,86	16,59	446,94	70,71
						Stabilitas Marshall Sisa (%)	95,07

Sumber : Analisa Data, 2022.

Perbandingan stabilitas dari benda uji Marshall setelah direndam dalam suhu 60° C dalam waterbath selama 24 jam terhadap stabilitas benda uji dengan perendaman 30 menit yang biasa disebut Stabilitas Marshall Sisa. Dari hasil pengujian Marshall diperoleh Stabilitas Marshall Sisa sebesar 95,07 % untuk campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dengan kadar aspal 6,20 %. Nilai Stabilitas Marshall Sisa ini telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2018 yaitu ≥ 90%.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil Pengujian Karakteristik agregat yang berasal dari Sungai Mappak Kecamatan Mappak Kabupaten Tana Toraja, dengan nilai Keusan Agregat 21,6% memenuhi Standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil pengujian sifat campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) diperoleh Kadar Aspal Optimum 6,20%, dengan hasil pengujian KAO untuk perendaman 30 menit diperoleh nilai Kepadatan 2,36, *stabilitas* 1570,26 kg, *Flow* 3,30 mm, VIM 4,85%, VMA 16,58%, VFB 70,76% dan MQ 478,11 kg/mm, sedangkan untuk perendaman 24 jam diperoleh nilai Kepadatan 2,36, *stabilitas* 1492,78 kg, *Flow* 3,35 mm, VIM 4,86%, VMA 16,59%, VFB 70,71% dan MQ 446,94 kg/mm. dan nilai hasil pengujian Stabilitas Marshall Sisa untuk Kadar Aspal Optimum 6,20% didapatkan *Stabilitas Marshall* sisa sebesar 95,07% yang berarti telah memenuhi Standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 90%.

**5. DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, 2010. Bahan Kulia Rekaya Tanah dan Perkerasan Jalan. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas “45” Makassar.

Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2018 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018. Perkerasan Aspal Devisi 6, Bina Marga, Jakarta.

Gabriel Pabia Palimbunga, Rais Rachman, Alpius “Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka’ pada Campuran AC-BC”, Paulus civ. Eng. J.Ojsukupaulusacid, vol.1, no.2, Art. No.2, 2020

Mallawangeng, Tamrin & Satriawati Cangara, (2017). “Penggunaan Iron Slag Sebagai Agregat Kasarpada Campuran AC-BC”, SINALTSUB-I 4 DESEMBER 2017

Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018. Devisi 6, Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

RSNI M-01-2003, Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall

Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung. Nova

Sukirman, Silvia 2003. “Beton Aspal Campuran Panas”. Grafika Yuana Marga, Bandung.