

CARA MUDAH MENENTUKAN MATERIAL TERBAIK DALAM STRUKTUR JALAN MENGUNAKAN METODE *MARSHALL TEST*

Lana Juniantoro Eko Saputro¹, Andri Dwi Cahyono^{1*}, Evita Fitriani Hidiyati¹, Ahmad Iqbal Zulqornain Azma¹, Safril Enra Firmansyah¹, Arthur Fajar Anosaputra¹, Muhammad Setio Aji¹, dan Galih Dwi Kurniawan¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Pojok, Kec. Mojoroto, Kab. Kediri, Indonesia

**adcahyono@unik-kediri.ac.id*

Masuk: 09-01-2023, revisi: 23-03-2023, diterima untuk diterbitkan: 24-03-2023

ABSTRACT

Laston (concrete asphalt layer) consists of continuous aggregate grades of various grain sizes and asphalt mixtures. Different aggregate sizes produce asphalt mixtures with high stability. But in reality on the ground is still not fully in accordance with what was expected. Therefore, in this study, further investigations were carried out related to the material that makes up the road pavement layer, especially the use of materials originating from the Brantas River in the Kediri area, while the tests carried out were in the form of aggregate characteristics tests and marshall tests. From each test above, 3 test samples were used to validate the values obtained. The reference method is SNI and SU-2018. From the results of the study, it is known that the use of material from the Brantas River has good physical properties and durability, this is shown from the material characteristics test value that meets the SU-2018, the characteristic value has an impact with a good stability value. So that the use of material from the Brantas River is able to provide an alternative as one of the materials in the road pavement layer structure.

Keywords: aggregate; flow; Marshall; stability

ABSTRAK

Laston (lapisan aspal beton) terdiri dari nilai agregat kontinu dari berbagai ukuran butir dan campuran aspal. Ukuran agregat yang berbeda-beda menghasilkan campuran aspal dengan stabilitas tinggi. Namun pada kenyataan dilapangan masih belum sepenuhnya sesuai dengan apa yang diharapkan. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penyelidikan lebih lanjut terkait material penyusun lapis perkerasan jalan khususnya penggunaan material yang berasal dari sungai brantas area kediri, sedangkan uji yang dilakukan berupa uji karakteristik agregat dan uji marshall. Dari setiap uji diatas digunakan 3 sample uji untuk memvalidasi nilai yang didapatkan. Metode acuan yakni SNI dan SU-2018. Dari hasil penelitian diketahui bahwa penggunaan material dari sungai brantas memiliki sifat fisik dan juga daya tahan yang bagus, ini ditunjukkan dari nilai uji karakteristik material memenuhi SU-2018, nilai karakteristik itu berdampak dengan nilai stabilitas yang baik. Sehingga penggunaan material dari sungai brantas ini mampu memberikan alternatif sebagai salah satu material dalam struktur lapis perkerasan jalan.

Kata kunci: agregat; kelelahan; Marshall; stabilitas

1. PENDAHULUAN

Lapis perkerasan jalan berfungsi untuk menerima dan menyalurkan beban lalu lintas ke tanah dasar agar beban yang diterima oleh tanah dasar tidak melebihi daya dukung tanah yang diperbolehkan (Liu et al., 2018). Suatu jenis perkerasan jalan yang dikenal sebagai Laston (lapisan beton aspal) terdiri dari nilai agregat kontinu dari berbagai ukuran butir dan campuran aspal (Syaripin et al., 2021). Berdasarkan persentase yang lolos memiliki ukuran dan berat yang berbeda agar diperoleh agregat menerus dan campuran aspal yang rapat dan padat. Ukuran agregat yang berbeda-beda menghasilkan campuran aspal dengan stabilitas tinggi. Lapisan aspal beton sangat kuat dan relatif kaku karena terdapat ruang kosong yang relatif sedikit pada keseluruhan struktur, sehingga material aspal beton saling mengunci (Safariadi et al., 2018). Namun pada kenyataan dilapangan masih belum sepenuhnya sesuai dengan apa yang diharapkan. Terbukti masih banyaknya kerusakan jalan akibat kualitas dan gradasi dari penggunaan material tidak sesuai sehingga kekuatan lapis perkerasan jalan buruk. Faktor yang mempengaruhi kekuatan permukaan jalan adalah kerusakan akibat tekanan dari roda kendaraan secara berulang (Guo et al., 2020). Dari masalah yang timbul maka diperlukan solusi agar lapis perkerasan AC-BC bisa menahan beban yang bekerja pada aspal.

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dimana dilakukan uji laboratorium terkait kekuatan dan karakteristik dari material yang akan digunakan. Material yang digunakan berasal dari sungai brantas area kediri, sedangkan uji yang dilakukan berupa uji abrasi, uji gradasi, uji berat jenis, uji penyerapan air, uji kadar rongga pada

campuran aspal dan uji marshall dimana akan didapatkan nilai stabilitas dan kelelahan yang sesuai SNI 06-2489-1991. Pada penelitian terdahulu didapatkan hasil uji *Marshall Immersion (Residual Strength Index)* pada campuran AC-BC Laston telah memenuhi standar dan Spesifikasi Bina Marga 2018 (SU-2018) Divisi 6 yaitu mensyaratkan minimal 90% pada beberapa penelitian yang menggunakan metode serupa (Salmon et al., 2020). Serta hasil pengujian *Marshall Immersion* sebesar 95,60 persen menunjukkan bahwa pengujian tersebut memenuhi standar yang berlaku SU-2018 Divisi 6 dengan nilai minimal 90% (Ambarura et al., 2021).

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk penyelidikan lebih lanjut terkait material penyusun lapis perkerasan jalan agar mendapatkan komposisi terbaik dalam struktur lapis perkerasan jalan. Material yang digunakan berasal dari sungai Brantas area Kediri. Dengan pengujian yang dilakukan berupa uji abrasi, uji gradasi, uji berat jenis, uji penyerapan air, uji kadar rongga pada campuran aspal dan uji marshall dimana akan didapatkan nilai stabilitas dan kelelahan. Dari setiap uji diatas digunakan 3 sample uji untuk memvalidasi nilai yang didapatkan. Metode acuan yakni mengacu pada SNI dan SU-2018 Divisi 6.

Klasifikasi kelas jalan

Kemampuan suatu jalan untuk mengangkut kendaraan dengan ukuran maksimum tertentu dan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam beban gandar terberat (MST) dalam ton merupakan dua faktor yang masuk dalam klasifikasi menurut kelas jalan (RSNI T-14-2004). Tabel 1 adalah tabel Klasifikasi jalan.

Tabel 1. Tabel klasifikasi kelas jalan (RSNI T-14-2004)

Kelas jalan	Jenis jalan	Dimensi kendaran maksimum		Muatan sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
I		18	2,5	> 10
II	Arteri	18	2,5	10
III A		18	2,5	8
III A	Kolektor	18	2,5	8
III B		12	2,5	8
III C	Lokal	9	2,1	8

2. METODE PENELITIAN

Rancangan percobaan penelitian ini menggunakan *job mix* campuran aspal beton AC-BC dengan agregat dari sungai Brantas di wilayah Kediri, persentase aspal yang digunakan 4%.

Lokasi penelitian

Di Laboratorium Universitas Kediri, dilakukan uji Marshall terhadap campuran aspal beton AC-BC. Pada hari senin 26 September 2022 mulai dari jam 10.00 – selesai.

Bahan

1. Agregat kasar

Gambar 1 adalah kerikil atau batu pecah yang tertahan pada saringan No. 3 dan 4 (Safariadi et al., 2018). dengan ukuran butir 4,475 hingga 40 milimeter. Agregat yang tertahan pada saringan No. 1/2, 3/8, 4, dan 8 adalah agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini. Material tersebut berasal dari Sungai Brantas.



Gambar 1. Agregat kasar

2. Agregat halus

Gambar 2 adalah material halus yang melewati saringan No. 8 dan ditahan pada ayakan No. 200, ukuran butir total halus paling ekstrim adalah 5,00 mm. Pasir Sungai Brantas merupakan jenis pasir yang digunakan. Agregat yang tertahan pada nomor saringan 16, 30, 50 dan 100 adalah agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Agregat halus

3. Filler (bahan pengisi)

Gambar 3 adalah bahan pengisi berupa agregat halus dengan batas minimal 75% dan ukuran 0,075 mm yang lolos saringan No. 200. (Simanjuntak, 2021). Bahan pengisi berfungsi untuk mengisi rongga pada campuran aspal (Choudhary et al., 2020). bahan pengisi yang digunakan berupa semen dengan merek dagang semen gresik type 1. Filler (bahan pengisi) yang digunakan adalah Semen Gresik yang telak lolos ayakan No. 200.



Gambar 3. Semen

4. Aspal dengan penetrasi 60/70

Aspal yang digunakan berasal dari pabrik aspal lokal dengan penetrasi 60/70. Jika penetrasi aspal 60/70 memenuhi persyaratan SU-2018 Divisi 6, maka dianggap layak untuk digunakan. Persyaratan penetrasi aspal 60/70 tercantum pada Tabel 2 yang merupakan tabel sifat fisik aspal.

Tabel 2. Tabel sifat fisik aspal

No	Jenis pengujian	Syarat
1	Penetrasi pada 25°C(0,1mm)	60-70
2	Titik lembek °c	≥49
3	Titik nyala °c	≥232
4	Daktilitas pada 25°C(cm)	≥100
5	Berat jenis	≥1,0
6	Berat yang hilang (%)	≤0,8
7	Penetrasi pada 25°C setelah kehilangan berat (%)	≥54
8	Daktilitas pada 25°C setelah kehilangan berat (cm)	≥50

Sifat fisik agregat

Ukuran butir (gradasi), daya serap, tekstur permukaan, kekerasan, dan daya lekat aspal semuanya dipengaruhi oleh sifat fisik agregat. Kinerja perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh kandungan agregat. Oleh karena itu kekuatan perkerasan jalan dapat ditingkatkan dengan pemilihan material yang sesuai (Hassan et al., 2021). Pengujian ini menggunakan agregat kasar dan agregat halus sebagai agregat.

1. Uji abrasi

Uji keausan agregat, yang dinyatakan sebagai rasio berat bahan aus yang melewati saringan No. 12 (1,7 mm), dinyatakan dalam persen (Material yang digunakan dalam pengujian abrasi yaitu agregat yang tertahan ayakan 1/2 dan 3/8 dengan berat masing – masing bahan 2500 gr. Mesin abrasi Los Angeles TA-700 digunakan untuk pengujian, dan 11 bola baja diputar secara bersamaan melalui 500 putaran. Persamaan 1 adalah rumus perhitungan uji abrasi.

$$\text{Abrasi} = \frac{a-b}{a} 100\% \quad (1)$$

dengan a = berat awal (gram), b = berat tertahan ayakan No. 12 (gram).

2. Uji analisa saringan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui proporsi agregat halus dan kasar yang melewati satu set saringan (SNI 03-1968-1990). Agregat dinyatakan lolos penetapan SU-2018 Divisi 1 dengan asumsi memenuhi persyaratan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel gradasi ayakan (SNI 03-1968-1990)

No. ayakan	% Berat lolos saringan	
	Batas bawah	Batas atas
3/4	90%	100%
1/2	75%	90%
3/8	66%	82%
4	46%	64%
8	30%	49%
16	18%	38%
30	12%	28%
50	7%	20%
100	5%	13%
200	4%	8%

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui nilai batas minimum dan maksimum untuk setiap nomor ayakan.

3. Uji Berat Jenis Dan Penyerapan

Rasio berat agregat dengan volume air disebut berat jenis agregat. Karena berat jenis agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas aspal, maka perencanaan campuran agregat dalam aspal perlu diperhatikan dengan seksama. Berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, berat jenis kering oven (bulk), dan persentase penyerapan air adalah tujuan dari uji berat jenis. Persamaan 2-8 adalah rumus untuk menentukan berat jenis agregat.

- Agregat Kasar

Berat jenis curah kering

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B-C)} \quad (2)$$

Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{B}{(B-C)} \quad (3)$$

Berat jenis semu

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{(A-C)} \quad (4)$$

Penyerapan air

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad (5)$$

dengan A = berat kering (gram), B = berat kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD) (gram), C = berat SSD dalam air (gram).

- Agregat Halus

Berat jenis curah kering

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B+D-C)} \quad (6)$$

Berat kering permukaan

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{D}{(B+D-C)} \quad (7)$$

Berat semu

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{(B+A-C)} \quad (8)$$

dengan A = berat kering (gram), B = berat piknometer dan air (gram), C = berat piknometer, benda uji dan air (gram), D = berat kering permukaan (gram).

Sifat Fisik Aspal

Karena aspal adalah bahan alami, sifat fisiknya harus dievaluasi untuk menentukan tingkat kelayakannya. Hasil pengujian penetrasi, titik lembek, titik nyala, daktilitas, kehilangan berat, kelarutan dalam CLL4 atau CS2, penetrasi setelah kehilangan berat, dan berat jenis aspal digunakan untuk menentukan sifat fisik aspal (SU-2018).

Sifat Volumetrik

Volume curah beton aspal padat (VMB), volume pori antara butir agregat campuran beton aspal padat (VMA), volume pori beton aspal padat (VIM), dan volume pori beton aspal padat yang terisi aspal (VFB) adalah sifat volumetrik campuran beton aspal (SU-2018).

1. VIM

Adalah volume udara yang berada di antara partikel agregat yang diselubungi dengan aspal dalam kombinasi yang dipadatkan, di tulis dalam persen. (Putra & Wahdana, 2019). Persamaan 9 adalah rumus perhitungan volume pori beton aspal padat (VIM).

$$\text{VIM} = 100 \times \frac{gmm - gmb}{gmm} \quad (9)$$

dengan gmm = berat jenis maksimum aspal beton yang belum dipadatkan (tanpa pori/udara) dan gmb = berat isi beton aspal padat.

2. VMA

Adalah Persentase volume pori yang ada di setiap butir agregat beton aspal padat (Syaviq et al., 2018). Berikut ini adalah rumus VMA. Persamaan 10 adalah rumus perhitungan volume pori antara butir agregat campuran beton aspal padat (VMA).

$$\text{VMA} = 100 - \frac{gmb \times Ps}{gsb} \quad (10)$$

dengan Ps = kadar agregat, persentase berat beton aspal padat, gsb = berat jenis curah agregat pembentuk beton aspal padat, dan VMA = volume pori antara agregat dalam beton aspal padat, yang merupakan persentase volume curah beton aspal padat.

3. VFB

Adalah rongga antara agregat mineral (VMA) dan diisi dengan aspal efektif dalam persen (Putra & Wahdana, 2019). Persentase rongga antara partikel agregat VMA yang terisi aspal tetapi tidak termasuk aspal yang terserap oleh agregat. Persamaan 11 adalah rumus VFB

$$\text{VFB} = 100 - \frac{VMA \times Pa}{VMA} \quad (11)$$

dengan VFB = rongga terisi aspal (%), VMA = volume pori antara agregat didalam beton aspal padat, presentase dari volume bulk beton aspal padat, dan Pa = Volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat.

Uji Marshall

Tahap pertama pengujian melibatkan perendaman benda uji selama 30 menit dalam tangki air 60°C (Kim et al., 2018). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai terbaik pada setiap tes. Stabilitas Marshall dan kelelahan plastik (*flow*) adalah dua dari tes Uji Marshall (SNI 06-2489-1991).

1. Stabilitas

Adalah kemampuannya menahan deformasi akibat beban konstan dan berulang tanpa mengalami kerusakan. (Nugroho, 2019). Stabilitas ditentukan dari pembacaan *proving ring* dikali dengan angka korelasi ketebalan pada saat pengujian.

2. Flow/Kelelahan

Adalah besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapisan beton aspal akibat menahan beban yang bekerja. Ditentukan dari hasil pembacaan manometer dalam satuan mm saat benda uji mencapai nilai beban maksimum (Movilla-Quesada et al., 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Agregat

Sifat fisik agregat mempunyai pengaruh yang berbeda antara lain ukuran butiran (gradasi), daya serap, tekstur permukaan, kekerasan dan kelekatan terhadap aspal. hal ini akan dijelaskan pada uraian berikut:

1. Uji abrasi

Hasil pengujian abrasi menggunakan Persamaan 1 yang tertahan ayakan No. 12 adalah 3740.

$$= \frac{5000 - 3740}{5000} 100\%$$

$$= 25,2$$

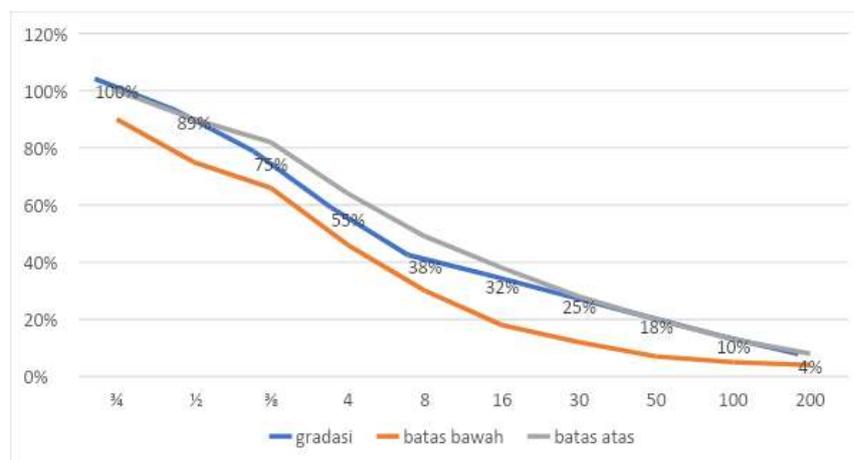
Berdasarkan hasil perhitungan diatas dihasilkan nilai abrasi 25,2 %, dimana nilai uji abrasi tersebut lolos pengujian dan layak digunakan sebagai lapis perkerasan AC-BC memenuhi SU-2018 Divisi 1 yang menetapkan batas maksimal 30 %.

2. Uji analisa saringan

Hasil uji analisa saringan dan kurva gradasi disajikan Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Tabel analisa saringan

No.	Saringan (inci)	Jumlah tertahan Gram (gr)	Prosentase kumulatif		Spesifikasi	Persentase
			Tertahan (%)	Lolos (%)		
1	¾	-	0%	100%	agregat kasar	62%
2	½	135	11%	89%	agregat kasar	
3	⅜	170	14%	75%	agregat kasar	
4	4	235	20%	55%	agregat kasar	35%
5	8	200	17%	38%	agregat kasar	
6	16	80	7%	32%	agregat halus	
7	30	85	7%	25%	agregat halus	
8	50	85	7%	18%	agregat halus	
9	100	85	7%	10%	agregat halus	4%
10	200	80	7%	4%	agregat halus	
11	Pan	45	4%		Filler	
Jumlah		1200	100%			



Gambar 4. Kurva gradasi (perhitungan gradasi)

Agregat yang digunakan dalam pengujian ini telah dinyatakan layak pakai seperti terlihat pada tabel dan kurva gradasi di atas. karena nilai gradasinya sesuai dengan SU-2018 Divisi 1.

3. Berat jenis

Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 5-6.

Tabel 5. Berat jenis agregat kasar

No	Berat jenis	Hasil
1	Berat kering	2,80
2	Berat kering permukaan	2,85
3	Berat semu	2,95
4	Penyerapan air	0,018

Berdasarkan tabel diatas didapatkan nilai berat jenis curah kering sebesar 2,80, Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) 2,85, berat jenis semu sebesar 2,95, serta penyerapan air 0,018.

Tabel 6. Berat jenis agregat halus

No	Berat jenis	Hasil
1	Berat kering	2,12
2	Berat kering permukaan	2,32
3	Berat semu	2,65
4	Penyerapan air	0,094

Kepadatan curah kering adalah 2,12, kerapatan curah (saturasi kering permukaan) adalah 2,32, berat jenis semu adalah 2,65, dan penyerapan air adalah 0,094, seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas.

Sifat fisik aspal

Dari pengujian sifat fisik aspal di dapatkan Tabel 7.

Tabel 7. Sifat fisik aspal

No	Jenis pengujian	Syarat	Aspal 60/70
1	Penetrasi pada 25°C(0,1mm)	60-70	65
2	Titik lembek °C	≥49	49
3	Titik nyala °C	≥232	275
4	Daktilitas pada 25°C(cm)	≥100	125
5	Berat jenis	≥1,0	1,041
6	Berat yang hilang (%)	≤0,8	0,53
7	Penetrasi pada 25°C setelah kehilangan berat (%)	≥54	64,9
8	Daktilitas pada 25°C setelah kehilangan berat (cm)	≥50	142

Aspal penetrasi 60/70 cocok digunakan karena memenuhi persyaratan Bina Marga divisi 1 tahun 2018, seperti terlihat pada tabel di atas.

Sifat volumetrik

Hasil perhitungan sifat volumetrik ditunjukkan pada perhitungan berikut:

1. VIM dari Persamaan 9 dan kurva pada Gambar 5, sampel 1:

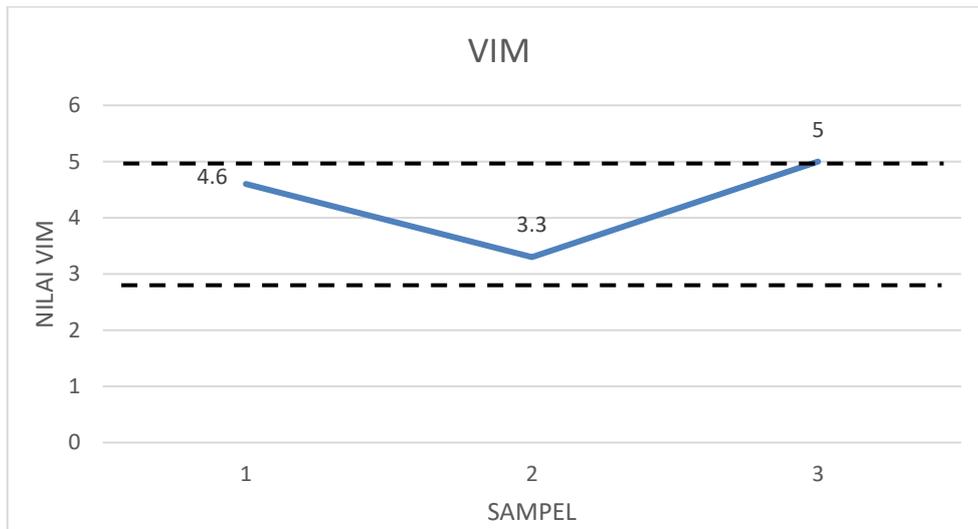
$$100 \times \frac{1,987 - 1,896}{1,987} = 4,6$$

Dari Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian tiga sampel memenuhi SU-2018 Divisi 6 dengan batas minimum 3 % dan batas maksimum 5 %.

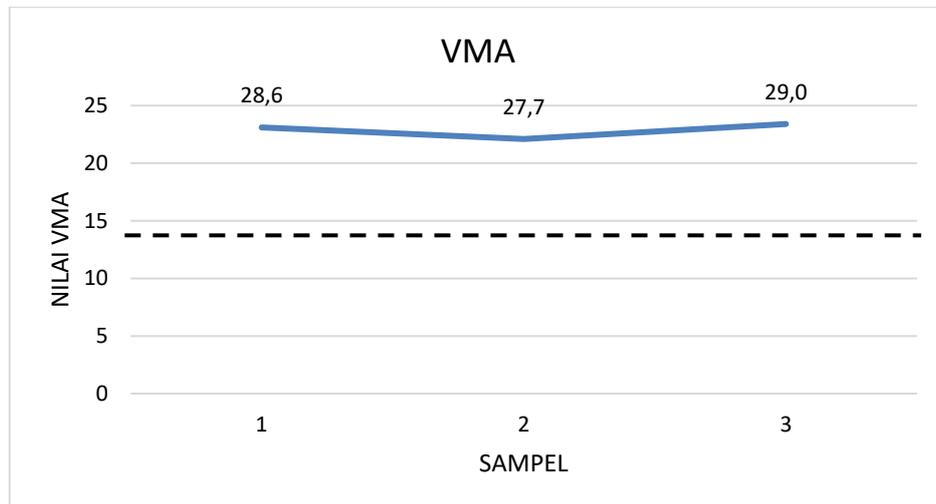
2. VMA dari Persamaan 10 dan kurva pada Gambar 6, sampel 1:

$$= 100 - \frac{1,896 \times 95}{2,524}$$

Dari Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian tiga sampel memenuhi SU-2018 Divisi 6 dengan batas minimum 14%.



Gambar 5. Kurva nilai VIM (perhitungan VIM)



Gambar 6. Kurva nilai VMA (perhitungan VMA)

3. VFB/VFA/VMFA dari Persamaan 11 dan kurva pada Gambar 7, sampel 1:

$$= 100 \times \frac{28,6 - 4,6}{28,6} = 84,1$$

Dari Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian tiga sampel memenuhi SU-2018 Divisi 6 dengan batas minimum 65%.

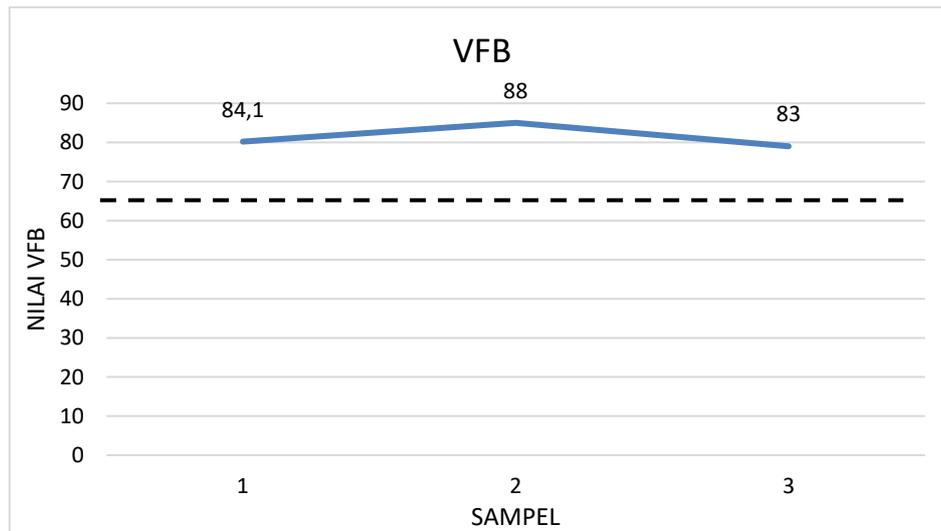
Uji Marshall

1. Stabilitas

Berikut ini adalah pengujian stabilitas pada masing – masing sampel, sampel 1 adalah 4453 kg, sampel 2 adalah 7056 kg, sampel 3 adalah 6582, dengan nilai rata – rata stabilitas adalah 6030 kg.

2. Flow/Kelelehan

Berikut ini adalah pengujian stabilitas pada masing – masing sampel, sampel 1 adalah 2 mm, sampel 2 adalah 2,2 mm, sampel 3 adalah 2,5 mm. dengan nilai rata – rata flow adalah 2,2 mm.



Gambar 7. Kurva VFB (perhitungan VFB)

Hasil sifat volumetrik dan uji Marshall dapat dilihat pada Tabel 8. Nilai rata-rata aliran/leleh adalah 2,2 mm dan nilai stabilitasnya adalah 6030 kg. Berdasarkan hasil stabilitas, material sungai Brantas layak untuk digunakan.

Tabel 8. Hasil sifat volumetrik dan uji Marshall

Deskripsi Material:		Asphaltic Bearing Course		
Titik pengamatan:		1+000----- 1+500		
Sampel yang diambil:		1+215		
<i>Specimen Number</i>		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
% Aspal	Pb		5,0	
% Total Agregat	PS		95,0	
% Total Mix	Pmm		100,0	
Tebal sampel	mm	6,2	6,3	6,5
Berat kering (gm).	A	1185,0	1183,0	1170,0
Berat kering permukaan(gm).	B	1190,0	1186,0	1174,0
Berat kering di air (gm).	C	565,0	570,0	554,0
Volume masal spesimen (c.c)	D	625,0	616,0	620,0
Berat jenis kering.	Gmb	1,896	1,920	1,887
Berat jenis total agregat kering.	Gsb	2,524	2,524	2,524
Pengaruh berat jenis agregat.	Gse (Const.)	2,437	2,437	2,437
Campuran paving berdasarkan berat jenis maksimal.	Gmm	1,987	1,987	1,987
% Rongga didalam agregat.	VMA	28,6	27,7	29,0
% Rongga udara.	Pa/VIM	4,6	3,3	5,0
% Volume pori antara butir agregat.	VFB	84,1	88	83
Pembacaan dial stabilitas		150,2	238	222
Stabilitas (Kg)		4085	6474	6038
Faktor koreksi		1,09	1,09	1,09

Tabel 8 (lanjutan). Hasil sifat volumetrik dan uji Marshall

Deskripsi Material:	Asphaltic Bearing Course		
Titik pengamatan:	1+000----- 1+500		
Sampel yang diambil:	1+215		
<i>Specimen Number</i>	1	2	3
Stabilitas koreksi (Kg)	4453	7056	6582
Rata-rata Stabilitas (Kg)	6030	MIN	800
Lelehan (mm)	2	2,2	2,5
Rata-rata kelelehan (mm)	2,2 m		

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diketahui bahwa penggunaan material dari sungai brantas memiliki sifat fisik dan juga daya tahan yang bagus, ini ditunjukkan dari nilai uji karakteristik/sifat fisik material semua memenuhi spesifikasi SU-2018 Divisi 6, nilai karakteristik itu berdampak selaras dengan nilai stabilitas yang baik pula. Sehingga penggunaan material dari sungai brantas ini mampu memberikan alternatif sebagai salah satu material yang layak pakai dalam struktur lapis perkerasan jalan karena sudah teruji memiliki nilai karakteristik yang baik.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan hasil penelitian yang lebih detail maka perlu dilakukan penelitian dengan sampel yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarura, D. J. M., Alpius, & Elizabeth. (2021). Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Salo Patejang Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(4), 570–576. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i4.336>
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar* (SNI 03-1968-1990)
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall* (SNI 06-2489-1991).
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Geometri Jalan Perkotaan* (RSNI T-14-2004).
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles* (SNI 2417:2008).
- Choudhary, J., Kumar, B., & Gupta, A. (2020). Utilization of Solid Waste Materials as Alternative Fillers in Asphalt Mixes: A Review. *Construction and Building Materials*, 234, 117271. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117271>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan* (SU-2018). Lampiran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018.
- Guo, Q., Wang, H., Gao, Y., Jiao, Y., Liu, F., & Dong, Z. (2020). Investigation of the low-temperature properties and cracking resistance of fiber-reinforced asphalt concrete using the DIC technique. *Engineering Fracture Mechanics*, 229, 106951. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2020.106951>
- Hassan, H. M. Z., Wu, K., Huang, W., Chen, S., Zhang, Q., Xie, J., & Cai, X. (2021). Study on the influence of aggregate strength and shape on the performance of asphalt mixture. *Construction and Building Materials*, 294, 123599. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123599>
- Kim, M. J., Kim, S., Yoo, D. Y., & Shin, H. O. (2018). Enhancing mechanical properties of asphalt concrete using synthetic fibers. *Construction and Building Materials*, 178, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.070>
- Liu, P., Xu, H., Wang, D., Wang, C., Schulze, C., & Oeser, M. (2018). Comparison of mechanical responses of asphalt mixtures manufactured by different compaction methods. *Construction and Building Materials*, 162, 765–780. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.082>
- Movilla-Quesada, D., Raposeiras, A. C., Silva-Klein, L. T., Lastra-González, P., & Castro-Fresno, D. (2019). Use of Plastic Scrap in Asphalt Mixtures Added by Dry Method as a Partial Substitute for Bitumen. *Waste Management*, 87, 751–760. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.018>

- Nugroho, M. S. (2019). Karakteristik Marshall Quotient Pada Hot Mix Asphalt Menggunakan Agregat Alam Sungai Opak. *INERSIA: Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 15(2), 84–91. <https://doi.org/10.21831/inersia.v15i2.28627>
- Putra, K. H., & Wahdana, J. (2019). Studi Eksperimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus pada Campuran Laston (AC-WC) terhadap Karakteristik Uji Marshall. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 8(2), 147-155. <https://doi.org/10.22225/pd.8.2.1396.147-155>
- Safariadi, Erwan, H. K., & Akhmadali. (2018). Karakteristik Campuran Beraspal (Laston) Akibat Pengaruh Penggunaan Instant Powder Sebagai Pengganti Filler. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v5i1.24203>
- Salmon, N. A., Alpius, & Kamba, C. (2020). Pemanfaatan Batu Gunung Posi'padang Balla Kabupaten Mamasa Sebagai Campuran AC-BC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(2), 77-84. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i2.134>
- Simanjuntak, A. J., Desriantomy, & Silitonga, S. P. (2021). Pemanfaatan Abu Serbuk Kayu Sebagai Tambahan Filler pada Campuran Perkerasan Jalan Jenis HRS-WC (Hot Rolled Sheet-Wearing Course). *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.52868/jt.v5i1.4525>
- Syaviq, M. F., Arifin, M. Z., Bowoputro, H., Djakfar, L., & Ambarwati, L. (2018). Studi Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Porus. *Rekayasa Sipil*, 12(2), 92-98. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2018.012.02.3>
- Syaripin, Suparma, L. B., & Mulyono, A. T. (2021). Pengaruh Substitusi Limbah Kaca terhadap Agregat Halus Pada Campuran Laston AC-BC. *Prosiding Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi, Indonesia*, 24, 472. <https://ojs.fstpt.info/index.php/ProsFSTPT/article/view/806>

