

Identifikasi Karakteristik Agregat Terhadap Nilai Stabilitas Lapis Perkerasan Aspal Beton AC-BC (Laston)

Meisela Induwati¹⁾, Andri Dwi Cahyono²⁾, Evita Fitriani Hidiyati³⁾, Oda Firma Emilia⁴⁾, Dinar Tiffani Mustafa⁵⁾, Widy Rilo Pambudi⁶⁾, Andini Dwi Aprinia⁷⁾, Reiga Firhan Fasyaro⁸⁾

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kediri

Jl. Selomangleng No. 1, Pojok, Kecamatan Mojoroto Kota Kediri

Email: 19513767meisela@gmail.com¹⁾, adcahyono@unik-kediri.ac.id²⁾, evitafitri@unik-kediri.ac.id³⁾, odaemilia149f@gmail.com⁴⁾, dinar.tiffani24@gmail.com⁵⁾, widy3574@gmail.com⁶⁾, andinidwiaprinia01@gmail.com⁷⁾, 19513618reiga@gmail.com⁸⁾

Corresponding Author: adcahyono@unik-kediri.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i1.853>

(Received: November 2022 / Revised: February 2023 / Accepted: February 2023)

Abstrak

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi terbaik dari penggunaan agregat kasar dari Kedak dan Pasir Lumajang, sehingga mampu meningkatkan nilai stabilitas jalan. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan pembuatan benda uji jenis lapis aspal beton yaitu AC-BC dengan variasi campuran 4,2% aspal. Beberapa pengujian untuk mendapatkan karakteristik agregat yaitu uji gradasi ayakan, uji abrasi, uji berat jenis sementara pengujian untuk mendapatkan hasil stabilitas adalah uji Marshall (Stabilitas, Flow, volumetric). Kesimpulan dari hasil pengujian Marshall dengan penggunaan agregat kasar koral Kedak Kediri dan agregat halus pasir Lumajang didapatkan nilai stabilitas rata-rata sebesar 4.843 kg hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap nilai stabilitas lapis perkerasan lentur normal sebesar 800 kg sehingga hasil tersebut menunjukkan penggunaan agregat kasar koral Kedak Kediri dan agregat halus pasir Lumajang meningkatkan nilai stabilitas yang akan berdampak pada daya tahan lapis perkerasan jalan kondisi lalu lintas tinggi dan tingkat umur layanan jalan yang direncanakan akan tercapai.

Kata kunci: Aspal, Jalan, Marshall, Stabilitas

Abstract

The purpose of this research is to get the best composition from the use of coarse aggregate from Kedak and Lumajang Sand, so as to increase the road stability value. The method used is the experimental method by making asphalt concrete type specimens, namely A.C-B.C with a mixture of 4.2% asphalt. Several tests to obtain aggregate characteristics are sieve gradation test, abrasion test, specific gravity test. While testing to obtain stability results is the Marshall test (Stability, Flow, volumetric). The conclusion from the Marshall test results using Kedak Kediri coarse coral aggregate and Lumajang sand fine aggregate obtained an average stability value of 4,843 kg. This shows that there is a significant influence on the stability value of the normal flexible pavement layer of 800 kg. Thus, these results indicate that the use of Kedak Kediri coarse coral aggregate and Lumajang sand fine aggregate increases the stability value which will have an impact on the durability of the road pavement under high traffic conditions and the service life level of the planned road will be achieved.

Keywords: Asphalt, Marshall, Road, Stability

1. Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana angkutan darat yang sangat penting dalam memperlancar kegiatan hubungan perekonomian, baik antara satu kota dengan kota lainnya, antara kota dengan desa, antara satu desa dengan desa lainnya (Udiana, Saudale and Pah, 2014). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 03/PRT/M/2012 status jalan dikelompokkan atas jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa (Kementerian PUPR, 2012). Jalan menjadi pendukung berbagai kegiatan distribusi bahan pangan, kegiatan sosial, bisnis, pendidikan, pengembangan wilayah dan lainnya. Oleh sebab itu, sangatlah diperlukan jalan yang memiliki kekuatan, keawetan serta mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim maupun perubahan temperature (Indah Handayasari, Dyah Pratiwi Kusumastuti, 2021). Jalan dengan material utama yaitu berupa aspal mempunyai kelebihan diantaranya jalan menjadi halus, harga pembuatan aspal lebih ekonomis, menghasilkan kebisingan rendah, serta waktu pembuatan aspal lebih cepat. Selain itu terdapat beberapa kekurangan diantaranya kurang tahan lama, membutuhkan banyak perawatan, serta memerlukan sistem drainase (Chen and Wong, 2018).

Kerusakan jalan merupakan salah satu permasalahan kompleks yang terjadi hampir di setiap daerah di Indonesia. Tidak jarang kerusakan jalan ini terjadi sebelum masa akhir rencana umur jalan dan pada umumnya kerusakan yang timbul tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi merupakan gabungan dari faktor penyebab yang saling terkait (Munggaran and Wibowo, 2017). Bahan perkerasan jalan sangat penting dalam pembangunan jalan, penggunaan bahan yang tepat dapat menghasilkan konstruksi jalan yang berkualitas dan bermutu. Syarat umum suatu jalan adalah menyediakan lapisan permukaan yang selalu rata dan kuat, dan memastikan keamanan tinggi untuk masa pakai yang lama dan membutuhkan perawatan minimal dalam berbagai cuaca (Rangan, Grandy and Esra, 2019). Campuran lapisan perkerasan adalah kombinasi dari 95% agregat (agregat kasar dan halus), yang diikat menjadi satu oleh pengikat aspal (Way *et al.*, 2021). Aspal diidentifikasi sebagai material hitam atau coklat kehitaman, pada suhu kamar dalam bentuk padat hingga sedikit lentur (Triyatno *et al.*, 2020).

Mengacu pada penelitian sebelumnya untuk mewujudkan kondisi jalan yang berkualitas maka perlu diberikan teknologi penanganan yang bernilai ekonomis (Social Cost), yaitu salah satu alternatif adalah memberikan bahan pengisi (filler) yang dapat digunakan dalam campuran aspal yaitu kapur padam (hydrated lime), karena disamping harganya relatif murah kapur padam juga merupakan material bahan tambah local. Dari hasil penelitian pemanfaatan agregat sungai (debu batu dan kapur padam) sebagai filler terhadap pengaruh stabilitas dan durabilitas pada campuran aspal panas gradasi halus dengan Menggunakan aspal Penetrasi 60/70. Bahwa semakin lama dilakukan perendaman maka nilai stabilitas cenderung menurun. Turunnya nilai stabilitas tersebut disebabkan oleh air yang menembus pada lapisan agregat sehingga ketahanan lapisan aspal semakin berkurang. Dengan pemanfaatan bahan alam kapur padam dan debu batu antara 50% sampai 75% pada total kebutuhan persentase filler, masih sangat baik untuk mempertahankan nilai stabilitas dan durabilitas campuran yang mengalami perendaman dalam waktu

lama. Sehingga pada dasarnya menurut kriteria dan parameter angka kekuatan dan kekakuan, serta fleksibilitas, semua variasi campuran memenuhi persyaratan dari Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum tahun 2010 (Rev.2). Pada penelitian perkerasan jalan ini menggunakan metode dengan melakukan beberapa pengujian guna mengetahui material penyusun jalan dengan kualitas yang baik diantaranya pengujian agregat meliputi uji gradasi ayakan, uji abrasi, serta uji berat jenis. Selain itu terdapat uji marshall yang berfungsi untuk mengevaluasi sifat-sifat campuran serta untuk mendapatkan nilai stabilitas yang paling maksimal untuk mencapai standar yang ditentukan sesuai dengan Bina Marga (Pangemanan, Kaseke and Manoppo, 2015).

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi terbaik dari penggunaan agregat kasar dari Kedak dan Pasir Lumajang, sehingga mampu meningkatkan nilai stabilitas jalan. Kontribusi penelitian ini diharapkan penggunaan agregat kasar dari Kedak dan Pasir Lumajang dapat ~~mempengaruhi~~ tingkat kekuatan stabilitas pada lapis perkerasan lentur sehingga mampu menahan beban kendaraan yang tinggi serta tercapainya umur layanan jalan yang direncanakan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pembuatan benda uji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Sampel yang dibuat berupa lapis aspal beton (laston) dengan kategori A.C-B.C (*asphalt concrete - binder course*) berbentuk silinder berukuran 10 x 6 cm dengan menggunakan material berupa agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal. Agregat yang digunakan akan melalui proses pengujian karakteristik agregat meliputi pengujian gradasi ayakan, pengujian abrasi, pengujian berat jenis, dan pengujian sampel laston berupa pengujian Marshall untuk mendapatkan hasil Stabilitas, Flow, volumetric.

2.1 Bahan Penyusun

2.1.1 Agregat

Agregat didefinisikan sebagai material keras berupa batu pecah, koral, pasir atau komposisi mineral lainnya baik hasil alam maupun hasil pengolahan. Agregat dibedakan menjadi (Hartanto *et al.*, 2016):

a. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Kedak Kecamatan Semen Kabupaten Kediri Jawa Timur. Agregat tersebut digunakan dengan ukuran lolos ayakan no.8 (2,36mm) yaitu no.4 (4,75mm), no $\frac{3}{8}$ (9,52mm), no $\frac{1}{2}$ (12,7mm), serta no $\frac{3}{4}$ (19,1mm).



Gambar 1 Agregat kasar (koral), agregat halus (pasir)

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan berasal dari pasir sungai yang diambil dari Lumajang Jawa Timur. Agregat tersebut digunakan dengan ukuran lolos ayakan no.8 (2,36mm) yaitu no.16 (1,18mm), no.30 (0,6 mm), no.50 (0,3mm), no.100 (0,15mm), serta no.200 (0,075).

2.1.2 Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi atau *filler* adalah material berbutir halus yang lolos saringan No. 200 (diameter 0.075 mm). *Filler* yang digunakan yaitu semen dengan merek dagang semen Gresik (Darmawan, Wiranto and Nugraha, 2016). Penambahan filler bertujuan untuk memperbaiki kualitas campuran dan menambah kontribusi filler semen (Saragi *et al.*, 2017).



Gambar 2 Filler (semen)

2.1.3 Aspal

Aspal merupakan salah satu bahan yang termasuk dalam perkerasan lentur, berwarna hitam atau coklat tua. Pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat termoplastis yaitu bila dipanaskan sampai suhu tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair dan akan kembali membeku bila temperatur turun sehingga dapat membungkus partikel agregat (Paikun *et al.*, 2020). Aspal yang digunakan merupakan aspal penetrasi 60/70 (Bahrudin *et al.*, 2020).



Gambar 3 Aspal

2.2 Analisis Data

2.2.1 Pengujian Agregat

Pada pengujian agregat terdapat beberapa pengujian yaitu uji gradasi ayakan, uji abrasi, dan uji berat jenis.

a. Gradasi Ayakan

Gradasi ayakan merupakan distribusi dari variasi ukuran butiran agregat kasar dan agregat halus. Pada uji gradasi ayakan alat yang digunakan yaitu Mesin *sieve shaker* (mesin penggetar ayakan) TA-517 dengan 220 VA (Amzari, Mubarak and Saputra, 2022). Gradasi ayakan menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi pada agregat campuran yang tersusun dari agregat besar hingga

kecil secara merata(Putri *et al.*, 2020). Tabel 1 menunjukkan amplop gradasi yang menjadi batas untuk mendapatkan grafik gradasi ayakan agregat halus maupun agregat kasar.

Tabel 1 Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (inchi)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran								
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)		
			Gradasi Semi Senjang ³		Gradasi Semi Senjang ²				
	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	Base	WC	BC	Base
1 1/2"									100
1"								100	90 - 100
3/4"	100	100	100	100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
1/2"			90 - 100	90 - 100	87 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
3/8"	90 - 100		75 - 85	65 - 90	55 - 88	55 - 70	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No.4							53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8		75 - 100	50 - 72	35 - 55	50 - 62	32 - 44	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16							21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30			35 - 60	15 - 35	20 - 45	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50					15 - 35	5 - 35	9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100							6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	10 - 15	8 - 13	6 - 10	2 - 9	6 - 10	4 - 8	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 7



Gambar 4 Mesin Sieve Shaker

b. Uji Abrasi

Abrasi atau keausan agregat adalah proses penghancuran atau pecahnya agregat kasar akibat proses mekanis seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan pembuatan jalan(Arifin, Kasan and Pradani, 2017). Pada uji gradasi ayakan alat yang digunakan yaitu Mesin abrasi atau mesin Los Angeles TA-700(Way *et al.*, 2021).

$$Keausan = \frac{a - b}{a} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

a = Berat benda uji semula (gram)

b = Berat benda uji tertahan ayakan No.12 (gram)

Pemilihan metode abrasi dilakukan sesuai dengan keinginan peneliti yaitu dengan memilih metode B yang mana memiliki spesifikasi berikut.

Tabel 2 Metode gradasi dan berat benda uji

Ukuran Ayakan		Gradasi Dan Berat Untuk Setiap Ukuran						
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	A (gr)	B (gr)	C (gr)	D (gr)	E (gr)	F (gr)	G (gr)
37,5	25	1250 ±	-	-	-	2500 ±	-	-
25	19	1250 ±	-	-	-	2500 ±	-	-
19	12,5	1250 ±	2500 ± 10	-	-	5000 ±	5000 ±	-
12,5	9,5	1250 ±	2500 ± 10	-	-	-	5000 ±	5000 ±
9,5	6,3	-	-	2500 ±	-	-	-	5000 ±
6,3	4,75	-	-	2500 ±	-	-	-	-
4,75	2,36	-	-	-	5000 ± 10	-	-	-
Total		5000 ±	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000	10000 ±	10000 ±
Jumlah Bola Baja		12	11	8	6	12	12	12

Berdasarkan Tabel 1 metode yang digunakan dalam uji abrasi yaitu metode B dengan jumlah bola baja 11 buah dan jumlah agregat sebesar 5000 gram (lolos ayakan diameter 19 sebesar 2500 gram dan tertahan ayakan 9,5 sebesar 2500 gram).



Gambar 5 Mesin Los Angeles untuk Uji Abrasi

c. Berat Jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara volume aspal dan volume air pada suatu temperatur yang sama dengan nilai-nilainya tanpa dimensi. Berat jenis dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu (Nasional, Ics and Nasional, 2008).

- Agregat kasar

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{A}{(B - C)} \tag{2}$$

$$\text{Berat Jenis Curah (Jenuh Kering Permukaan)} = \frac{B}{(B - C)} \tag{3}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{(A - C)} \tag{4}$$

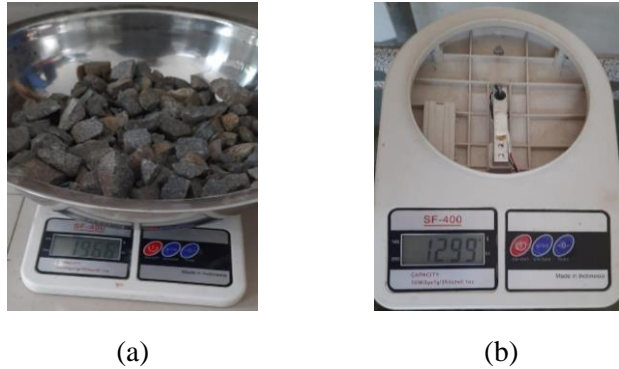
$$\text{Penyerapan Air} = \left[\frac{B - A}{A} \right] \times 100\% \tag{5}$$

Keterangan:

A = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat benda uji kondisi SSD (gram)

C = Berat benda uji kondisi SSD dalam air (gram)



Gambar 6. (a) Hasil uji berat jenis agregat kasar keadaan SSD, (b) hasil uji berat jenis agregat kasar di dalam air

- Agregat halus

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{A}{(B + D - C)} \tag{6}$$

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

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

$$\text{Penyerapan Air} = \left[\frac{D - A}{A} \right] \times 100\% \tag{9}$$

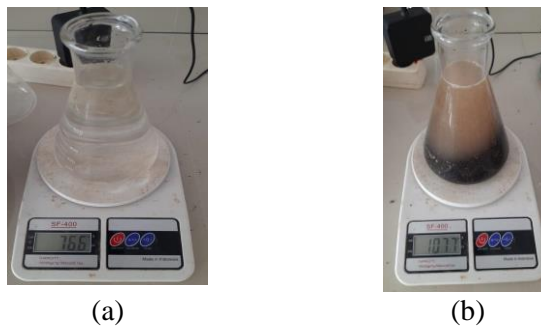
Keterangan:

A = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer yang berisi air (gram)

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air (gram)

D = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)



Gambar 7 (a) Uji Berat Piknometer + Air, (b) Uji Berat Piknometer + Air + Agregat Halus

2.2.2 Pengujian Marshall

Metode pengujian Marshall merupakan metode yang paling umum dipergunakan dan distandarisasikan dalam Ashley. Dalam metode tersebut terdapat 5 parameter penting dalam pengujian tersebut, yaitu Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB.

a. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (flow) yang dinyatakan dalam kilogram (SNI 06-2489, 1991). Stabilitas akan dihitung dan dikali dengan angka korelasi yang didapatkan dari tebal sampel.

Tabel 2 Angka korelasi beban pada stabilitas

Isi / Volume Benda Uji (cm ³)	Tebal Benda Uji (mm)	Angka Korelasi
471 – 482	58,7	1,14
483 – 495	60,3	1,09
496 – 508	61,9	1,04

Table 2 menunjukkan pada penelitian perkerasan jalan angka korelasi yang sesuai dengan penelitian yaitu dengan tebal 60,3 mm.



Gambar 8 Tebal benda uji

b. Flow

Pelelehan (*flow*) perubahan bentuk benda uji secara vertikal suatu campuran beraspal pada saat runtuh (Kementerian PUPR, 2012).

c. VIM

Disebut juga Void in Mix, digunakan untuk menentukan ukuran rongga dalam suatu campuran untuk memastikan bahwa rongga tidak terlalu kecil dan dapat terpapar udara dan sinar UV (Kaseke and Pandey, 2017).

$$VIM = 100 - \left\{ 100 \times \left(\frac{f}{h} \right) \right\} \quad (10)$$

k = % rongga terisi aspal (VFB)

d. VMA

Voids in Mineral Aggregate (VMA) atau rongga dalam campuran agregat adalah rongga antara butiran agregat yang terdiri dari rongga udara dan aspal yang dipadatkan, termasuk rongga udara dan volume pengikat aspal dalam spesimen, dinyatakan sebagai persentase dari volume total specimen (En, 2003).

$$VMA = 100 - \frac{f(100 - a)}{g} \quad (11)$$



Gambar 9 Alat Marshall Test

e. VFB

Rongga berisi aspal (void filled with bitumen, VFB) bagian rongga yang berada di antara mineral agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat, dinyatakan dalam persen terhadap VMA (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2019).

$$VFB = \frac{100(i-j)}{i} \quad (12)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk mengetahui sifat atau karakteristik agregat yang akan digunakan dalam perencanaan jalan raya. Hasil pengujian telah terpapar pada Tabel 2, Tabel 3.

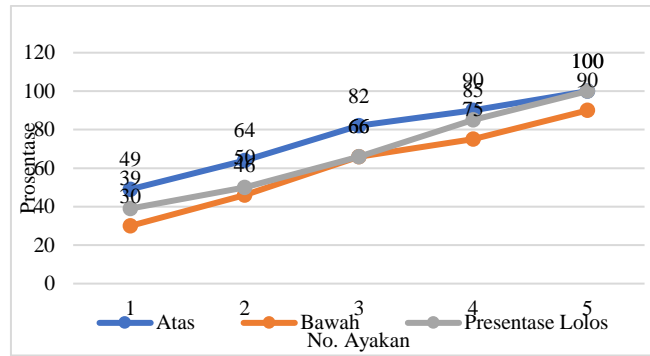
3.1.1 Gradasi ayakan

Pada pengujian gradasi ayakan dilakukan sesuai prosedur dan didapatkan hasil seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

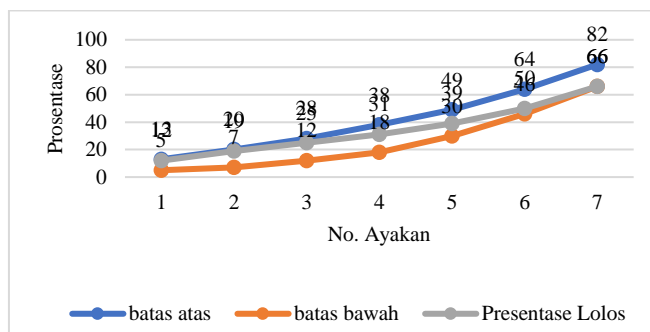
Tabel 3 Gradasi ayakan

No.	Saringan (mm)	Jumlah Tertahan Gram (gr)	Persentase Kumulatif		Spesifikasi lolos Bina Marga
			Tertahan (%)	Lolos (%)	
1	19,1 mm		0%	100%	90% – 100%
2	12,7 mm	185	15%	85%	75% – 90%
3	9,52 mm	218	18%	66%	66% – 82%
4	4,75 mm	200	17%	50%	46% – 64%
5	2,36 mm	130	11%	39%	30% – 49%
6	1,18 mm	90	8%	31%	18% – 38%
7	0,6 mm	80	7%	25%	12% – 28%
8	0,3 mm	67	6%	19%	7% – 20%
9	0,15 mm	88	7%	12%	5% – 13%
10	0,075 mm	53	4%	7%	4% – 8%
11	Pan	89	7%		
Jumlah		1200	100%	-	

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan hasil dari pengujian gradasi ayakan yang diambil secara acak di lapangan sebanyak 1200 gram diperoleh nilai persentase tertahan dari perhitungan jumlah tertahan tiap ayakan dibagi jumlah tertahan semua ayakan dan dikali 100% serta nilai persentase kumulatif lolosnya diperoleh dari perhitungan persentase lolos 100% dikurang dengan persentase tertahan (%) dan seterusnya. Hasil gradasi ayakan ini telah memenuhi syarat laston AC-BC di mana agregat yang lolos disetiap ayakan sesuai/berada di range yang dipersyaratkan oleh spesifikasi Bina marga divisi 7 (Tabel 1). Hasil prosentase yang lolos akan dimasukkan pada grafik gradasi yang sesuai dengan batas atas dan bawah (Sesuai Table 1).



Gambar 10. Gradasi Ayakan Agregat Kasar



Gambar 11. Gradasi Ayakan Agregat Halus

Gambar 10 dan 11 merupakan hasil uji gradasi ayakan yang didapatkan dari agregat yang diambil secara acak di lapangan sebanyak 1200 gram. Hasil tersebut memenuhi standar spesifikasi bina marga divisi 6 tahun 2018 pada kategori jenis laston A.C-B.C sesuai dengan amplop gradasinya.

3.1.2 Uji Abrasi

Pengujian abrasi didapatkan hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian keausan agregat kasar

Gradasi Pemeriksaan	spesifikasi	Hasil
Tertahan Saringan no ½	2500 gr ± 10 gr	2500 gr
Tertahan Saringan no ¾	2500 gr ± 10 gr	2500 gr
Berat benda uji tertahan saringan No. 12		3860 gr
Keausan	< 40%	22,80%

Pada uji abrasi didapatkan nilai keausan agregat kasar sebesar 22,80% yang mana nilai tersebut sudah memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga divisi 6 tahun 2018 yaitu hasil keausan agregat kasar kurang dari 40%.

3.1.3 Berat Jenis

Pada pengujian berat jenis agregat kasar dan agregat halus, perhitungan akan disajikan dalam bentuk tabel seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Berat jenis agregat kasar

	Berat Jenis	Spesifikasi	Hasil
a.	Berat Jenis Curah Kering	2,5 - 2,7	2,6
b.	Berat Jenis Curah	2,5 - 2,7	2,65
c.	Berat Jenis Semu	2,5 - 2,7	2,7
d.	Penyerapan Air	2% - 7%	2,7%

Hasil Tabel 5 didapatkan dari perhitungan berat jenis sesuai dengan standar yang telah ditentukan yaitu SNI 1969:2008. Berat jenis agregat kasar curah kering sebesar 2,6, Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) sebesar 2,65, Berat jenis semu sebesar 2,7, serta penyerapan air sebesar 2,7%.

Tabel 6 Berat jenis agregat halus

	Berat Jenis	Spesifikasi	Hasil
a.	Berat Jenis Curah Kering	2,5 - 3	2,62
b.	Berat Jenis Curah	2,5 - 3	2,72
c.	Berat Jenis Semu	2,5 - 3	2,65
d.	Penyerapan Air	2% - 7%	3%

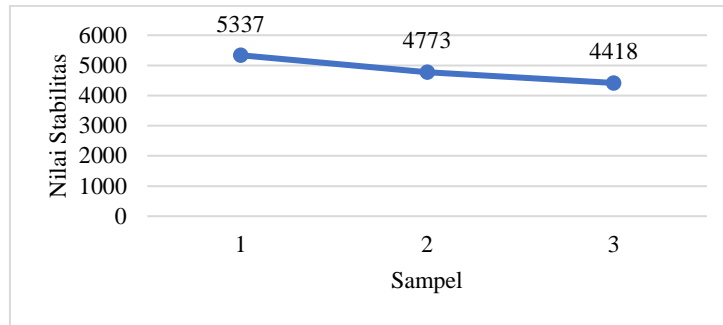
Didapatkan nilai berat jenis agregat halus curah kering sebesar 2,62, Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) sebesar 2,72, Berat jenis semu sebesar 2,65, serta penyerapan air sebesar 3%.

3.2 Pengujian Marshal

Pengujian Marshall dilakukan terhadap dan hasil pengujian marshall seperti diperlihatkan pada Tabel 7 didapatkan Nilai VIM (*Void In The Mix*) pada setiap sampel berbeda dan nilai tersebut sudah memenuhi standar yang ditentukan dengan nilai VIM minimal 3 dan maksimal 5, sedangkan nilai VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) dan VFB (*Void Filled With Bitumen*) juga telah memenuhi batas minimum yang sesuai dengan Standar Bina Marga spesifikasi umum 2018. Pengujian marshall juga mendapatkan hasil stabilitas dan kelelahan (*flow*) yang didapatkan dari pembacaan dial proving ring pada alat marshall test

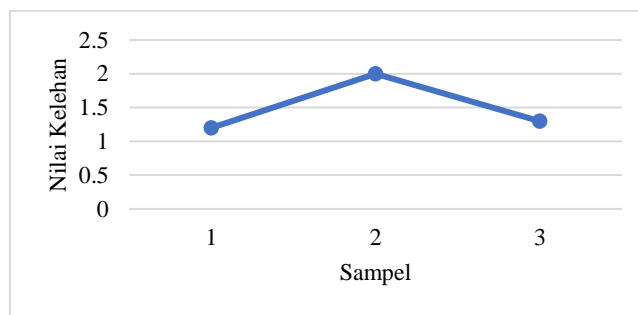
Tabel 7 Pengujian Marshall

Jenis Pengujian	Sampel Aspal			Ketentuan
	1	2	3	
a. VIM	5	3,6	4,8	Min. 3 Max. 5
b. VMA	20,9	20,0	21,0	Min. 14
c. VFB	77,8	82	77	Min. 65
d. Stabilitas (Kg)	5337	4773	4418	Min. 800
e. Flow	1,2	2,0	1,3	Min. 2
Rata – Rata Stabilitas (Kg)	4843			
Rata – Rata Flow (Kg)	1,5			



Gambar 12 Stabilitas aspal

Hasil dari pengujian stabilitas menunjukkan 3 sampel dengan nilai stabilitas tertinggi pada sampel 1 sebesar 5.337kg, sementara nilai rata-rata stabilitas sebesar 4843 kg. Stabilitas menurut Spesifikasi Bina Marga Divisi 6 Tahun 2018 memiliki nilai minimal 800 kg.



Gambar 13 Kelelahan Aspal (flow)

Hasil dari pengujian flow menunjukkan 3 sampel dengan nilai flow yang berbeda. sampel 1 memiliki nilai sebesar 1,2 mm, sampel 2 sebesar 2,0 mm, dan sampel 3 sebesar 1,3 mm dengan rata-rata sebesar 1,5 mm. Hasil kelelahan tersebut akan digunakan untuk mengetahui suatu kelenturan aspal berdasarkan kadar filler yang digunakan.

Dengan didapatkan hasil stabilitas sekian dan flow sekian memiliki tingkat durabilitas/daya tahan perkerasan jalan yang tinggi mengingat material yang digunakan telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu Standart Nasional Indonesia dan Bina Marga.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengujian Marshall dengan penggunaan agregat kasar koral Kedak Kediri dan agregat halus pasir Lumajang didapatkan nilai stabilitas rata-rata sebesar 4.843 kg. Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap nilai stabilitas lapis perkerasan lentur normal sebesar 800 kg. Sehingga, hasil tersebut menunjukkan penggunaan agregat kasar koral Kedak Kediri dan agregat halus pasir Lumajang meningkatkan nilai stabilitas yang akan berdampak pada daya tahan lapis perkerasan jalan kondisi lalu lintas tinggi dan tingkat umur layanan jalan yang direncanakan akan tercapai

4.2 Saran

Dalam pembuatan benda uji sebaiknya digunakan sampel yang lebih banyak dan perlunya memperhatikan suhu pada saat pencampuran agregat dan aspal (jobmix) agar didapatkan data yang lebih akurat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kepala dan Pendamping praktikum Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri atas izin kerja sama yang diberikan dalam melakukan penelitian ini, dengan segala peralatan yang digunakan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Kepustakaan

- Amzari, M.L., Mubarak, M.I. and Saputra, M.F. (2022) ‘The Spirit of Society Journal’, 6(1), pp. 21–31.
- Arifin, S., Kasan, M. and Pradani, N. (2017) ‘Pengaruh Nilai Abrasi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Aspal’, *Smartek*, 5(1), pp. 1–11.
- Bahrudin *et al.* (2020) ‘Effects of cup lump natural rubber as an additive on the characteristics of asphalt-rubber products’, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 845(1). doi:10.1088/1757-899X/845/1/012050.
- Chen, M.J. and Wong, Y.D. (2018) ‘Penerapan Perkerasan Aspal Berpori di Indonesia’, *International Journal of Pavement Engineering*, 19(7), pp. 611–622.
- Darmawan, M.S., Wiranto, P. and Nugraha, W.T. (2016) ‘Produktivitas Mobile Crane Pada Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus Gedung Parkir “B” Proyek Pembangunan Training Centre & Hotel DPBCA, Sentul City, Kab. Bogor)’, *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik-Unpak*, 1(3), pp. 1–13.
- En, B.S. (2003) ‘Bituminous mixtures — Test methods for hot mix asphalt —’, 3.
- Hartanto, A. *et al.* (2016) ‘Analisa Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin Dan Perbandingan Stabilitas Aspal Emulsi Dingin Dengan Laston’, *Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 5(2), pp. 1–8.
- Indah Handayasari, Dyah Pratiwi Kusumastuti, A.S.N.C. (2021) ‘Analisis Stabilitas Dan Durabilitas Campuran Pada Aspal Modifikasi Menggunakan Polimer LDPE’, 12(2), p. 7.
- Kaseke, O.H. and Pandey, S. V (2017) ‘Kajian hubungan batasan kriteria marshall quotient dengan ratio partikel lolos saringan no .# 200 – bitumen efektif pada campuran jenis laston’, *Jurnal Sipil Statik Vol.5*, 5(1).
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019) ‘Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag’, (Pd 05-2018-B SE), pp. 1–42.
- Kementerian PUPR (2012) ‘PermenPU 03/2012 - Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan’, pp. 1–12.

- Munggarani, N.A. and Wibowo, A. (2017) 'Kajian Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Perkerasan jalan Lentur dan Pengaruhnya terhadap Biaya Penanganan', *Jurnal Infrastruktur*, 3(01), pp. 9–18. Available at: https://bpsdm.pu.go.id/kms/admin/_assets/uploads/adminkms/papers/BM/KMS_JURNAL_20180726113633.pdf.
- Nasional, S., Ics, I. and Nasional, B.S. (2008) 'Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar'.
- Paikun *et al.* (2020) 'Pure Experiments Creating New Types of Asphalt Using Oil Waste, Resin Stones and Plant Branchs', *6th International Conference on Computing, Engineering, and Design, ICCED 2020* [Preprint], (C). doi:10.1109/ICCED51276.2020.9415779.
- Pangemanan, V.C., Kaseke, O.H. and Manoppo, M.R.E. (2015) 'Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow)', *Sipil Statik*, 3(2), pp. 85–90.
- Putri, L.D. *et al.* (2020) 'The Composition Aggregate Uses: A Grain of Buton Asphalt', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(1). doi:10.1088/1755-1315/469/1/012004.
- Rangan, P.R., Grandy, S. and Esra, B. (2019) 'The effect of using sugar cane drops as a substitute some asphalt for Ac-Bc and Ac-Wc concrete asphalt layer', *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(7), pp. 699–706.
- Saragi, Y.R.R. *et al.* (2017) 'Marshall Characteristics in Asphalt Concrete -Wearing Course (AC-WC) in Various Length and Temperature Submersion', *Procedia Engineering*, 171, pp. 1421–1428. doi:10.1016/j.proeng.2017.01.460.
- SNI 06-2489 (1991) 'Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall', *Badan Standardisasi Nasional*, (1), p. 7.
- Triyatno, D. *et al.* (2020) 'Meningkatkan stabilitas aspal beton dengan menggunakan filler serbuk kaca', 3(1), pp. 130–140.
- Udiana, I.M., Saudale, A. and Pah, J.J. (2014) 'Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan W.J. Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora)', *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), pp. 13–18.
- Way, E. *et al.* (2021) 'U KaRsT', *U KaRsT*, 5(2). doi:10.1080/19648189.2019.16905.

Copyright (c) Meisela Induwati, Andri Dwi Cahyono, Evita Fitriani Hidiyati, Oda Firma Emilia, Dinar Tiffani Mustafa, Widy Rilo Pambudi, Andini Dwi Aprinia, Reiga Firhan Fasyaro