

Analisis Pengaruh Waktu Perendaman Perkerasan AC-BC Terhadap Stabilitas dan Kelelahan (*Flow*) Aspal

M. Arifin¹, Tugiman²

¹Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Raflesia

²Dosen Teknik Sipil Politeknik Raflesia

ABSTRAK

Pada lapisan perkerasan aspal dapat dilakukan uji Marshall untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman perkerasan aspal terhadap nilai Stabilitas dan Flow melalui penelitian di laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan dengan memeriksa sifat-sifat material yang digunakan dengan mengacu pada persyaratan Spesifikasi Jalan Raya 2018, sehingga diperoleh komposisi campuran yang terbaik. Selanjutnya dengan komposisi terbaik, benda uji Marshall dibuat untuk direndam dalam 3 variasi waktu yaitu: 30 menit, 6 jam dan 9 jam.

Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai kestabilan sebesar 1294,4 kg pada perendaman 30 menit, 6 jam sebesar 1178,7 kg, 9 jam sebesar 1023,0 kg dan diperoleh nilai flow sebesar 4,2 mm pada perendaman 30 menit, 6 jam sebesar 4,8 mm, 9 jam 5,3 mm. Oleh karena itu, lama perendaman sangat mempengaruhi stabilitas dan arus campuran perkerasan jalan, karena semakin lama perkerasan terendam dan pada suhu tertentu nilai stabilitas perkerasan semakin menurun sedangkan nilai aliran meningkat yang menyebabkan daya rekat antara aspal dan agregat menjadi mengurangi.

Kata Kunci : *Aspal, Kestabilan, Perendaman*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu sarana transportasi yang sangat penting bagi sektor ekonomi dan sosial. Sejalan dengan meningkatnya status sosial masyarakat, maka terjadi kecenderungan meningkatnya jumlah kendaraan secara global yang melewati suatu jalan.

Karakteristik dari campuran perkerasan aspal AC-BC dapat diukur dari sifat-sifat *marshal* yang ditunjukkan pada nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*). Waktu terendamnya permukaan perkerasan jalan tidak hanya terbatas 30 menit untuk kondisi drainase-drainase yang buruk

,Tetapi bisa lebih dari satu hari. Lamanya waktu terendamnya perkerasan akan mempengaruhi besaran karakteristik *marshall*.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh waktu perendaman terhadap stabilitas dan kelelahan aspal pada perkerasan AC-BC. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana Curup.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman perkerasan AC-BC yang dilakukan pada beberapa sampel uji untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*) aspal dengan uji *Marshall test*.

TINJAUAN PUSTAKA

Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Fungsi utama dari perkerasan sendiri untuk menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah-dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar.

Karakteristik perkerasan ialah sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya kualitas dari perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik adalah perkerasan yang dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan baik berupa kekuatannya, keawetan, dan kenyamanannya. Karakteristik tidak terlepas dari kualitas bahan penyusunnya, terutama pada saat proses pembuatan.

Karakteristik yang harus dimiliki oleh perkerasan lentur adalah Stabilitas, Durabilitas, Fleksibilitas, Tahanan geser (*Skid Resistance*), Kedap air, Kemudahan dalam pekerjaan (*Workability*) dan Ketahanan leleh (*Fatigue Resistance*).

Lapisan aspal beton (Laston) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu. (Sukirman, 1999).

Tabel 1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		AC -WC	AC - BC	AC - Base
Jumlah tumbukan perbidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65		
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	2		

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 1 divisi 6

Laston AC-BC merupakan lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus dan di atas lapisan pondasi. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekuatan yang cukup untuk

mengurangi tegangan dan regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan bawahnya yaitu *base* dan *sub grade* (tanah dasar). Fungsi dari lapis antara adalah mengurangi tegangan pada lapis perkerasan dan menahan beban maksimum lalu lintas.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun.

Fungsi aspal dalam campuran adalah sebagai pengikat yang bersifat *visco-elastis* dengan tingkat *viscositas* yang tinggi selama masa layan.

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70
1	Penetrasi pada 25 °C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
2	Tempertur yang menghasilkan Geser Dinamis pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-
3	Viskositas Kinematis 135 °C (cSt) ⁽¹⁾	ASTM D2170-10	≥ 300
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
5	Daktilitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
7	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-14	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 234:2011	-
10	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 06-2441-1991	≥ 2
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :			
11	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	$\geq 0,8$
12	Tempertur yang menghasilkan Geser Dinamis pada osilasi 10 rad/detik $\geq 2,2$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-
13	Penetrasi pada 25 °C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54
14	Daktilitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50
Residu aspal segar seteh PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperatur 100 °C dan tekanan 2,1 MPa			
15	Tempertur yang menghasilkan Geser Dinamis pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 1 divisi 6

Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi.

Gradasi agregat atau distribusi partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan pekerjaan (*workability*).

Tabel 3. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Campuran

Ukuran Ayakan	% Berat yang lolos terhadap Total Agregat			
	Laston (AC)			
ASTM	(mm)	WC	BC	Base
1½"	37,5	-	-	100
1"	25	-	100	90-100
¾"	19	100	90-100	76-90
½"	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	77-90	66-82	52-71
No. 4	4,75	53-69	46-64	35-54
No. 8	2,36	33-53	30-49	23-41
No. 16	1,18	21-40	18-38	13-30
No. 30	0,600	14-30	12-28	10-22
No. 50	0,300	9-22	7-20	6-15
No. 100	0,150	6-15	5-13	4-10
No. 200	0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 1 divisi 6

Uji perendaman (*Immersion Test*) bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. *Marshall test* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengukur ketahanan/stabilitas terhadap kelelahan (*flow*) dari campuran aspal. Metode ini pertama kali dilakukan oleh *Bruce Marshall* yang selanjutnya dikembangkan oleh *U.S Corps of Engineer* dengan menggunakan alat *marshall*

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode yang dilakukan pada penelitian ini, dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data.

Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan yang sesuai dengan syarat-syarat yang ada. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Aspal PT. Pebana Adi Sarana. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman perkerasan aspal terhadap stabilitas dan kelelahan (*flow*) aspal akan memberikan dampak positif atau dampak negatif untuk perkerasan jalan. Peneliti menggunakan agregat batuan dari *Stockpile Base Camp* PT. Pebana Adi Sarana.

Selanjutnya benda uji dibuat sebanyak 15 buah untuk mengetahui Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan persentase 4,5%-6,5% dengan selisih 0,5% tiap benda ujinya. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dari pengujian agregat dan pengujian campuran dengan metode *marshall*.

Pengelompokan benda uji untuk variasi waktu perendaman yaitu 30 menit, 6 jam dan 9 jam. Benda uji yang telah dibuat akan diuji dengan menggunakan alat yang bernama *marshall test*. Pengujian *marshall test* ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari *density*, *void in mix* (VIM), *void in mineral aggregate*

(VMA), *void filled with asphalt* (VFA), *flow* (kelelehan), stabilitas dan *Marshall Quotient* (MQ).

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga didapatkan sebuah informasi untuk diambil sebuah kesimpulan. Variabel penelitian dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. Variabel Bebas merupakan variabel yang mempengaruhi timbulnya variabel terikat.
2. Variabel Terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas.
3. Variabel Kontrol adalah konstan yang digunakan untuk membandingkan variabel lain.

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan adalah bahan-bahan pembentuk campuran. Pengujian yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pengujian terhadap agregat kasar, agregat halus, pengujian kadar aspal optimum (KAO) dan pengaruh waktu

perendaman terhadap nilai uji *marshall*.

Sampel merupakan bagian dari populasi yang digunakan untuk mengumpulkan informasi atau data yang menggambarkan sifat dan ciri yang dimiliki suatu populasi. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda uji dari hasil penumbukan campuran perkerasan aspal beton lapis AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*). Jumlah sampel benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 3 sampel uji pada setiap variasi waktu perendaman yang direncanakan.

Rancangan benda uji dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Rancangan Benda Uji

No.	Kadar aspal (%)	Waktu perendaman	Jumlah sampel uji	Jumlah tumbukan per bidang
1	KAO	30 menit	3	75
2	KAO	6 jam	3	75
3	KAO	9 jam	3	75

Bahan :

1. Aspal,

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan aspal dari Pertamina dengan penetrasi 60/70.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan agregat hasil dari batu

pecahan yang diproduksi langsung oleh PT. Pebana Adi Sarana. Agregat diambil ukuran 1-2 cm dan 0,5-1 cm.

3. Agregat Halus,

Agregat halus yang dipakai merupakan agregat abu batu hasil dari pecahan batu yang diproduksi langsung oleh PT. Pebana Adi Sarana.

4. *Filler*

Filler atau bahan pengisinya adalah semen.

Teknik Analisis Data

Setelah diperoleh hasil pengujian dari seluruh sampel uji, kemudian dilakukan analisis sebagai berikut :

1. Memasukan data hasil pengujian ke dalam format standar dan diolah sesuai perhitungan yang diisyaratkan. Setelah didapatkan data dalam bentuk *marshall* maka selanjutnya diplot pada suatu sumbu dalam bentuk titik koordinat kadar aspal dan salah satu parameter campuran aspal.
2. Menganalisa bentuk hubungan dua variabel sehingga dapat ditarik sumbu dari kadar aspal dan parameter *marshall* maka akan diperoleh KAO.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pengujian berat jenis, penyerapan agregat, pengujian analisis saringan, pengujian marshall, pembahasan hasil penelitian dan penarikan kesimpulan penelitian.

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik pada agregat dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dari agregat yang digunakan, yang akan menentukan layak atau tidaknya agregat tersebut digunakan, mengingat agregat merupakan komponen yang paling dominan pada suatu campuran beraspal. Hasil penelitian sifat fisik agregat meliputi agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang diproduksi di PT. Pebana Adi Sarana. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah ukuran 1–2 cm dengan standar pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Untuk hasil penelitian sifat fisik agregat kasar dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Standar Uji	Spesifikasi	Hasil
1	Penyerapan air	SNI-03-1969-2008	Maks. 3%	1,16%
2	Berat jenis	SNI-03-1969-2008	Min. 2,5 gr/cc	2,59 gr/cc

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

2. Agregat Sedang

Agregat sedang yang digunakan pada pengujian ini merupakan bagian dari batu pecah yang diproduksi di PT. Pebana Adi Sarana. Agregat sedang yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah ukuran 0,5–1 cm. Untuk hasil penelitian sifat fisik agregat kasar dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Sedang

No.	Karakteristik	Standar Uji	Spesifikasi	Hasil
1	Penyerapan air	SNI-03-1969-2008	Maks. 3%	1,9%
2	Berat jenis	SNI-03-1969-2008	Min. 2,5 gr/cc	2,57 gr/cc

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

3. Agregat Halus / Abu Batu

Tabel 7. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus/Abu Batu

No.	Karakteristik	Standar Uji	Spesifikasi	Hasil
1	Penyerapan air	SNI-03-1969-2008	Maks. 3%	1,8%
2	Berat jenis	SNI-03-1969-2008	Min. 2,5 gr/cc	2,54 gr/cc

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat

Ukuran Ayakan	% Berat yang lolos terhadap Total Agregat			
ASTM	(mm)	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
¼"	19	100	100	100
½"	12.5	51.91	100	100
3/8"	9,5	12.33	88.65	100
No. 4	4,75	3.63	18.95	99.78
No. 8	2,36	1.84	1.23	73.29
No. 16	1,18	1.60	0.98	52.43
No. 30	0,600	1.48	0.92	37.66
No. 50	0,300	1.11	0.88	28.69
No. 100	0,150	0.21	0.79	12.74
No. 200	0.075	0.14	0.64	7.54

sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Perancangan Campuran Benda Uji AC-BC

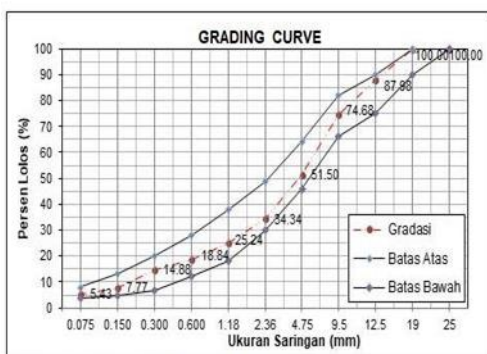
Perancangan campuran meliputi perencanaan gradasi agregat gabungan, penentuan kadar aspal perkiraan, dan perencanaan komposisi masing – masing komponen agregat baik agregat kasar, agregat sedang, agregat halus / abu batu, *filler* dan aspal. Perancangan campuran (*Mix design*) agregat AC – BC dengan menggunakan metode coba – coba (*Trial and Error*).

Tabel 9. Gradasi Agregat Gabungan

URAIAN											
Inch	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
mm	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
Data Analisa Saringan											
Batu Pecah 1-2 cm	100.0	100.00	51.91	12.33	3.63	1.84	1.60	1.48	1.11	0.21	0.14
Batu Pecah 0.5-1 cm	100.0	100.00	100.00	88.65	18.95	1.23	0.98	0.92	0.88	0.79	0.64
Abu Batu	100.0	100.00	100.00	100.00	99.78	73.29	52.43	37.66	28.69	12.74	7.54
Filler semen	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.00
Penggabungan Agregat											
Batu Pecah 1-2 cm	25.00%	25.00	25.00	12.98	3.08	0.91	0.46	0.40	0.37	0.28	0.05
Batu Pecah 0.5-1 cm	30.00%	30.00	30.00	30.00	26.59	5.68	0.37	0.30	0.28	0.24	0.19
Abu Batu	45.00%	43.00	43.00	43.00	43.00	42.90	31.51	22.55	16.19	12.34	5.48
Filler semen	2.00%	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.96
Gradasi Gabungan	100.00	100.00	87.98	74.68	51.50	34.34	25.24	18.94	14.88	7.77	5.43
Spesifikasi Gradasi Larutan AC-BC											
Maks.	100.0	100.0	90.0	82.0	64.0	49.0	38.0	28.0	20.0	13.0	8.0
Min.	100.0	90.0	75.0	66.0	46.0	30.0	18.0	12.0	7.0	5.0	4.0

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Kurva gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-BC dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Gambar 1. Kurva Gradasi Agregat Gabungan AC – BC

Hasil Pengujian Marshall Untuk Mendapatkan KAO

Penelitian dibuat dengan menggunakan 5 variasi kadar aspal. Kadar aspal yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 6.5%.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Agregat dan Aspal Terhadap Campuran

Kadar Aspal Rencana	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
Total campuran	1200	1200	1200	1200	1200
Kebutuhan aspal	54.0	60.0	66.0	72.0	78.0
Berat Agregat					
	1146.0	1140.0	1134.0	1128.0	1122.0
Batu Pecah 1-2 cm	25.0%	286.5	285.0	283.5	282.0
Batu Pecah 0.5-1 cm	30.0%	343.8	342.0	340.2	338.4
Abu Batu	43.0%	492.8	490.2	487.6	485.0
Filler	2.0%	22.9	22.8	22.7	22.6
TOTAL	100.0%	1146.0	1140.0	1134.0	1128.0
Berat Kumulatif Agregat					
Batu Pecah 1-2 cm	286.5	285.0	283.5	282.0	280.5
Batu Pecah 0.5-1 cm	630.3	627.0	623.7	620.4	617.1
Abu Batu	1123.1	1117.2	1111.3	1105.4	1099.6
Filler	1146.0	1140.0	1134.0	1128.0	1122.0
Additif	1.35E-10	1.5E-10	1.65E-10	1.8E-10	1.95E-10

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

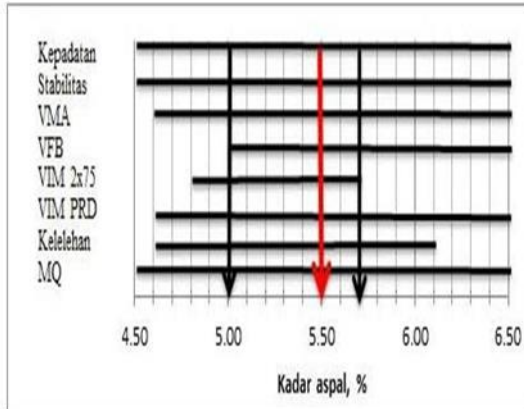
Berdasarkan pengujian *marshall*, yaitu karakteristik campuran maka akan diperoleh kadar aspal optimum dan hasil kadar aspal optimum yang diperoleh akan digunakan dalam rancangan campuran AC-BC. Dari hasil pengujian *Marshall* pada Campuran AC-BC diperoleh nilai seperti, stabilitas, *flow*, VMA, VIM, VFB yang merupakan acuan untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO). Berikut hasil dari pengujian *marshall* benda uji 5 variasi kadar aspal.

Tabel 11. Hasil Pengujian Marshall Sampel Uji 5 Variasi Kadar Aspal

No	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal				
			4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	Stabilitas (kg)	Min. 800	1488	1042	1556	972	871
2	Flow (mm)	Min. 3	2.1	3.1	3.9	3.7	4.8
3	VIM (%)	4-6	5.7	5.4	4.8	2.8	2.4
4	VMA (%)	Min. 18	16	17	17	17	18
5	VFB (%)	Min. 68	64	78	85	73	86
6	Density (gr/cc)	-	2.272	2.266	2.266	2.296	2.290
7	MQ	Min. 250	300.9	308.1	307.9	258.7	181.0

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

KAO dari Pengujian Campuran AC-BC



Gambar 2. KAO dari Sampel Uji 5 Variasi Kadar Aspal

Hasil Perancangan Campuran AC-BC Dengan Variasi Lama Waktu Perendaman

Dari pengujian *marshall* di atas, nilai Kadar Aspal Optimum yang diperoleh adalah 5.5%. Setelah mendapatkan kadar aspal terbaik dilanjutkan dengan membuat pencampuran komposisi yang sama.

Kemudian dibuat variasi waktu perendaman terhadap *Marshall Test* untuk mencari nilai stabilitas dan kelelahan (*Flow*).

Tabel 12. Rancangan Campuran AC-BC dengan Kadar Aspal Optimum 5.5%

Kadar Aspal Rencana 5.5%		
Total campuran		1200
Kebutuhan aspal		66.0
Berat Agregat		
Batu Pecah 1 – 2 cm	25 %	283.5
Batu Pecah 0.5 – 1 cm	30 %	340.2
Abu Batu	43 %	487.6
Filler	2 %	22.7
Total	100%	
Berat Kumulatif Agregat		
Batu Pecah 1 – 2 cm		283.5
Batu Pecah 0.5 – 1 cm		623.7
Abu Batu		1111.3
Filler		1134.0
Additif		1.65E-10

Sumber : Hasil pengujian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Dari tabel rencana campuran di atas selanjutnya dibuat sampel uji sebanyak 9 buah untuk 3 variasi waktu perendaman yaitu 30 menit, 6 jam dan 9 jam.

Tabel 13. Variasi Waktu Perendaman

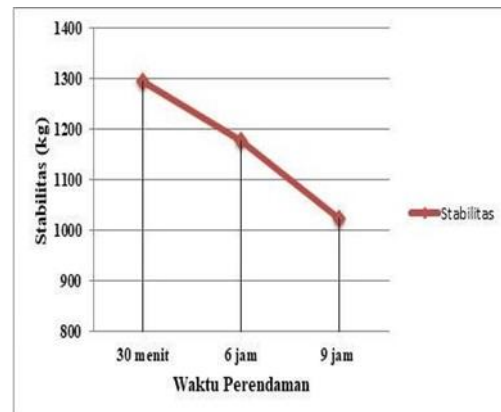
Notasi	Suhu Perendaman	Benda Uji	Waktu Perendaman
I	60°C	1	30 menit
		2	30 menit
		3	30 menit
II	60°C	1	6 jam
		2	6 jam
		3	6 jam
III	60°C	1	9 jam
		2	9 jam
		3	9 jam

Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-BC Dengan Variasi Waktu Perendaman Pada Suhu 60°C.

Tabel 14. Hasil Pengujian Campuran AC-BC dengan Variasi Waktu Perendaman.

No	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal 5.5%		
			30 menit	6 jam	9 jam
1	Stabilitas (kg)	Min. 800	1294.4	1178.7	1023.0
2	Flow (mm)	Min. 3	4.2	4.8	5.3
3	VIM (%)	4-6	6.3	4.8	4.2
4	VMA (%)	Min. 18	17	17	18
5	VFB (%)	Min. 68	60	72	78
6	Density (gr/cc)	-	2.226	2.278	2.298
7	MQ	Min. 250	253.6	250.5	254.5

Hubungan Lama Perendaman Dengan Nilai Stabilitas dan Kelelehan (*Flow*). Hasil pengujian campuran yang dilakukan perendaman dengan durasi waktu 30 menit, 6 jam, 9 jam, 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.



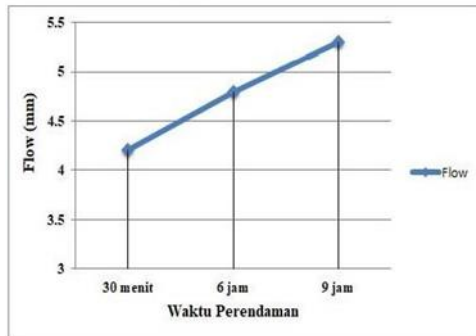
Gambar 3. Hubungan Lama Waktu Perendaman Terhadap Nilai Stabilitas

Hubungan Lama Perendaman Dengan Nilai Kelelehan (*Flow*). Nilai Kelelehan (*flow*) dari semua variasi campuran berdasarkan hasil penelitian ini memenuhi persyaratan spesifikasi yaitu Min. 3 mm.

Dari tabel 14 menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya lama waktu perendaman, maka nilai flow juga cenderung mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa campuran mudah terdeformasi akibat beban dan menjadi semakin plastis. Hal ini terjadi karena semakin lemahnya daya ikat antara aspal dan agregat. Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas.

Suatu campuran dengan nilai *flow* tinggi akan cenderung lembek sehingga akan menyebabkan deformasi permanen apabila menerima beban. Sebaliknya jika

nilai *flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang mempengaruhi daya dukung lapis perkerasan.



Gambar 4. Hubungan Lama Waktu Perendaman Terhadap Nilai Kelelahan (*Flow*)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam penelitian mengenai pengaruh waktu perendaman terhadap stabilitas dan kelelahan (*flow*) pada campuran perkerasan AC-BC, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai stabilitas sebesar 1294,4 kg pada perendaman 30 menit, 6 jam sebesar 1178,7 kg, 9 jam sebesar 1023,0 kg dan diperoleh nilai *flow* sebesar

4,2 mm pada perendaman 30 menit, 6 jam sebesar 4,8 mm dan 9 jam sebesar 5,3 mm. Maka dari itu, Lama waktu perendaman sangat mempengaruhi nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*) pada campuran perkerasan jalan, karena semakin lama suatu perkerasan terendam dan dengan suhu tertentu mengakibatkan nilai stabilitas pada perkerasan menurun sedangkan nilai *flow* meningkat yang menyebabkan daya ikat antara aspal dan agregat menurun.

2. Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat diperoleh dengan memenuhi 6 parameter marshall yaitu: stabilitas, kelelahan, marshall quotient, VIM, VMA, VFB.

Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, maka penulis dapat memberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian yang sama pada perkerasan lapis aus (AC-WC).
2. Menjaga kondisi ruangan agar tidak ada angin yang dapat mempengaruhi penimbangan material.
3. Penumbukan benda uji dengan menggunakan mesin Compaction harus lebih akurat dan hati – hati.

4. Menggunakan alat perekam saat pengujian marshall dilakukan sehingga pembacaan jarum Stabilitas (O) dan Kelelahan (R) lebih akurat.
5. Menggunakan jenis uji lain (tidak hanya uji marshall) seperti uji permeabilitas dan uji ketahanan fraksi campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga.
(2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Sukirman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Surabaya : Nova.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Grafika Yuana Marga.