



PENGARUH LAMA PERENDAMAN TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL RETONA BLEND 55

Alfi Salmannur, M. Isya*, Luthfi Chaliqi Taufiq

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Corresponding author, email address: m_isya@unsyiah.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Article History:</i> Received 29 July 2022 Accepted 15 December 2022 Online 30 December 2022 <i>Keywords:</i> Retona blend 55 Immersion length variation Durability	The road pavement layer, especially the surface layer, must be able to withstand the load, friction and distribute the wheel load of the vehicle and withstand the effects of weather for a relatively long time. The surface layer must be impermeable so that water that falls on it does not easily seep into the layers below which result in the weakening of the pavement construction as a whole. The purpose of this study is to determine the effect of immersion time on Marshall parameters and the durability of the AC-WC asphalt concrete mixture. In this study, several variations of immersion time were carried out using Retona Blend 55 with variations in the immersion time carried out at a time limit of 3 x 24 hours. In this study, the first step was to look for Optimum Bitumen Content (OBC) from variations in Retona Blend 55 levels. After obtaining OBC, then the immersion time was varied with variations of 30 minutes, 1 x 24 hours, 2 x 24 hours and 3 x 24 hours on OBC. Based on the results of the research that has been carried out, it shows that the immersion time affects the Marshall parameters and the durability value of the AC-WC mixture. The AC-WC mixture using Retona Blend 55 experienced a drastic decrease with increasing immersion time. The durability value at 1 x 24 hour immersion still met the requirements of $\geq 90\%$ residual stability value, while the residual stability value at 2 x 24 hour and 3 x 24 hour immersion was $\leq 90\%$. ©2022 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Durabilitas merupakan kemampuan beton aspal untuk menahan gesekan ban kendaraan dan cuaca. Di lapangan campuran beton aspal menemui suhu yang berfluktuasi (panas dan dingin), limpasan air, infiltrasi air, uap air dan gesekan roda lalu lintas secara siklis dalam waktu yang relatif lama. Hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lapisan perkerasan tersebut. Penurunan ini akan menyebabkan kerusakan pada perkerasan (Siswosoebrotho, 1997). Rongga agregat bersifat menyerap air, maka pada saat suhu tinggi akan terjadinya uap air yang dapat menimbulkan efek pengelupasan (*stripping*) film aspal dari permukaan agregat, air dan udara juga mempercepat proses penuaan aspal (Zamhari, 1997). Perkerasan di wilayah beriklim tropis mengalami 2 kondisi, yaitu jalan terendam air dan jalan kering. Oleh karenanya, material jalan perlu disiapkan memiliki ketahanan terhadap rendaman air, agar mampu mewujudkan layanan beban lalu lintas hingga akhir umur rencananya (Sunarjono dkk, 2020).

Agar perkerasan dapat berumur lama, maka desain campuran harus mendapatkan kadar aspal yang cukup untuk melindungi seluruh partikel agregat dan juga dapat mengisi rongga butir secukupnya sesuai desain. Agregat dilindungi juga terhadap masuknya air pori tanah atau akibat intrusi dari permukaan, yaitu mengisi rongga dengan aspal secukupnya.

Kemampuan campuran beton aspal menahan gesekan dan cuaca secara siklis, di laboratorium diequivalenkan dengan pengujian rendaman, yaitu perendaman benda uji campuran aspal beton selama 1, 2 dan 3 x 24 jam pada suhu 60 °C. Pengujian dilakukan dengan alat Marshall yang menghasilkan nilai stabilitas rendaman dengan alasan: 1. Seringnya permukaan jalan terendam air karena banjir, 2. Kurang baiknya saluran drainase dan bahu jalan sehingga air tergenang di tepi perkerasan jalan.

Untuk mengantisipasi kondisi tersebut di atas perlu direncanakan jalan yang sesuai dengan masa pelayanan atau umur rencana baik secara struktural maupun fungsional serta sesuai dengan kondisi lalu lintas, beban kendaraan, tekanan roda dan jumlah kendaraan. Konstruksi jalan pada kondisi daerah tropis dengan temperatur tinggi serta lalu lintas yang semakin padat dan berat, menyebabkan perkerasan jalan menjadi cepat mengalami kerusakan antara lain deformasi, terjadinya alur, bleeding dan lain sebagainya.

Penggunaan Retona Blend 55 hasil dari perpaduan antara aspal keras dengan asbuton semi ekstraksi, berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga dalam campuran beraspal diharapkan mempunyai kinerja yang dapat mengatasi kerusakan dini yang terjadi pada ruas-ruas jalan yang melayani beban lalu lintas berat dan temperatur tinggi. Retona Blend 55 mempunyai keunggulan antara lain dapat meningkatkan kestabilan, ketahanan terhadap deformasi, ketahanan *fatigue* dan daya tahan terhadap air. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini dilakukan untuk meninjau pengaruh penggunaan Retona Blend 55 sebagai bahan tambahan serta gradasi agregat dalam campuran aspal beton terhadap pemenuhan batasan ketentuan dari sifat-sifat campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Lapis Beton Aspal

Lapisan Beton Aspal adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural yang pertama kali dikembangkan oleh *The Asphalt Institute* dengan nama *Asphalt Concrete (AC)*. Menurut Anonim (2008), campuran ini terdiri dari atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Berdasarkan spesifikasi baru campuran beraspal Bina Marga (Anonim, 2008), Laston (AC) terdiri dari tiga macam campuran, yaitu:

- a. Laston Lapis Aus (AC-WC), dengan ukuran maksimum agregat campuran adalah 19 mm,
- b. Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dengan ukuran maksimum agregat campuran adalah 25,4 mm,
- c. Laston Lapis Pondasi (AC-Base), dengan ukuran maksimum agregat campuran adalah 37,5 mm.

Lapisan Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) adalah lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan lapis beton aspal pengikat (AC-BC). Disamping sebagai pendukung lalu lintas, lapisan ini mempunyai fungsi utama sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca, sebagai lapisan aus dan menyediakan permukaan jalan rata dan tidak licin (Anonim, 2008).

2.2 Agregat

Agregat merupakan suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar atau berupa fragmen-fragmen. Permukaan agregat yang baik adalah kasar karena dapat memberikan daya interlocking (penguncian) yang baik pada material lain dan daya ikat terhadap aspal sehingga mempertinggi stabilitas dan keawetan campuran, agregat halus berfungsi sebagai pengisi ruang antar butir agregat kasar. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90 – 95% agregat berdasarkan berat atau 75 – 85 % berdasarkan persentase volume (Sukirman, 2003).

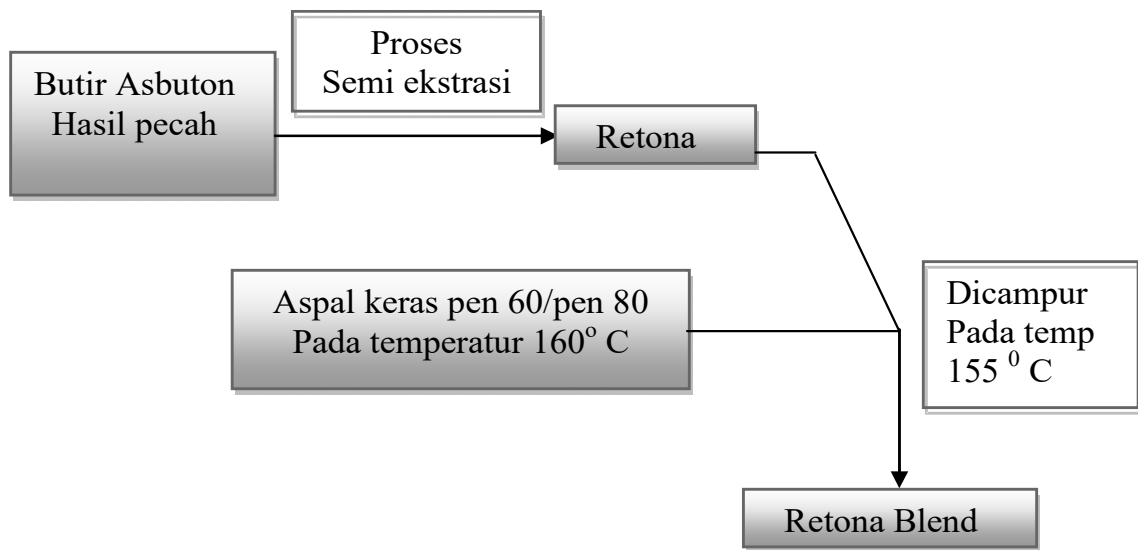
2.3 Aspal

Aspal adalah suatu material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat sementasi, aspal terbuat dari suatu rantai *hydrocarbon* dan turunannya, umumnya merupakan residu dari hasil penyulingan minyak mentah pada keadaan hampa udara yang pada temperatur normal bersifat padat sampai ke semi padat,

mempunyai sifat tidak mudah menguap dan secara berangsur-angsur melunak bila dipanaskan. Jenis aspal yang umum digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 60/70 dan penetrasi 80/100.

2.4 Retona Blend 55

Retona Blend 55 merupakan Retona Blend yang diperkenalkan oleh PT. Olah Bumi Mandiri. Retona Blend 55 adalah aspal yang telah dimodifikasi/hasil dari campuran antara aspal minyak pen 60 atau pen 80 dengan asbuton hasil olahan semi ekstraksi (*refinery buton asphalt*). Karakteristik Retona Blend 55 diperlihatkan Tabel 1. Retona Blend merupakan gabungan antara asbuton butir yang telah diekstraksi sebagian dengan aspal keras pen 60 atau pen 80 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi dengan proses seperti diperlihatkan bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses Pembuatan Aspal Retona Blend 55 Secara Fabrikasi

Tabel 1. Karakteristik Retona Blend 55 dan Persyaratan aspal yang Dimodifikasi Dengan Asbuton

No	Jenis Pengujian	Metode	Karakteristik Retona	Syarat *)
1.	Penetrasi, 25° C, 100 gr, 5 detik;0,1 mill	SNI 06-2456-1991	40-50	40-55
2.	Titik Lembek; ° C,	SNI 06-2434-1991	55-56	Min. 55
3.	Titik Nyala; ° C,	SNI 06-2433-1991	270-330	Min.225
4.	Daktalitas, 25 ° C; cm	SNI 06-2432-1991	50-100	Min.50
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1.05-1,13	Min.1,0
6.	Kelarutan dalam Triclorlor Etylen; %berat	RSNI M-04-2004	90-93	Min. 90
7.	Penurunan Berat (dengan TOFT); % berat	SNI 06-2440-1991	0,01-2	Max. 2
8.	Penetrasi setelah penurunan berat; % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 55	Min. 55
9.	Daktalitas setelah TFOT, cm	SNI 06-2432-1991	Min. 50	Min. 50
10.	Mineral Lolos saringan No. 100, %*	SNI 03-1968-1990	Min. 90	Min. 90

Sumber: Anonim (2008)

2.5 Gradasi Rencana

Gradasi yang digunakan pada campuran Laston adalah gradasi menerus dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Laston AC-WC

Ukuran Ayakan % Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat		
ASTM	(mm)	AC-WC
1 1/2"	37,5	-
1"	25	-
3/4"	19	100
1/2"	12,5	90 - 100
3/8"	9,5	77 - 90
No. 4	4,75	53 - 69
No. 8	2,36	33 - 53
No. 16	1,18	21 - 40
No. 30	0,600	14 - 30
No. 50	0,300	9 - 22
No. 100	0,150	6 - 15
No. 200	0,075	4 - 9

Sumber: Anonim (2018)

2.6 Kadar Aspal Rencana

Menurut Anonim (2018) kadar aspal rencana dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(filler) + K \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

P_b = kadar aspal tengah

CA = agregat kasar

FA = agregat halus

K = Konstanta (0,5 – 1 untuk lapis AC-WC)

2.7 Uji Marshall

Prosedur pengujian Marshall dilakukan dalam mendapatkan nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), kepadatan, rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA) dan rongga terisi aspal (VFA).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur dan pengadaan material yang terdiri dari bahan pengikat, yaitu Retona Blend 55, agregat, dan filler. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat dan aspal untuk mengetahui gradasi agregat dilakukan analisa saringan. Setelah semuanya sesuai dengan spesifikasi maka dilakukan pencampuran panas dengan menggunakan Retona Blend 55 sebagai bahan pengikat, kemudian dilakukan pengujian Marshall. Dari hasil evaluasi karakteristik kekuatan maka akan dapat ditentukan kadar aspal optimum untuk kedua jenis aspal. Dengan menggunakan kadar aspal optimum dari aspal tersebut maka dibuat lagi campuran panas untuk benda uji durabilitas. Pemeriksaan durabilitas campuran dilakukan dengan beberapa waktu perendaman pada suhu 60°C. Langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil dari durabilitas untuk kemudian diperoleh suatu kesimpulan mengenai daya tahan/durabilitas dari aspal Retona Blend 55.

3.1 Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat

Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat terutama adalah meliputi pemeriksaan kekerasan atau keausan (abrasi), dan pemeriksaan berat isi, berat jenis dan penyerapan, keawetan (*soundness*), indeks kepipihan dan kelongjangan, tumbukan (*impact*) dan kelekatan agregat terhadap aspal.

3.2 Pemeriksaan Sifat Fisis Aspal

Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat terutama adalah meliputi pemeriksaan berat jenis aspal, titik leleh, penetrasi dan daktilitas.

3.3 Pembuatan dan Pengujian Sampel

Jumlah benda uji yang direncanakan untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO) adalah 15 buah benda uji. Tiap variasi kadar aspal terdiri dari 3 benda uji, sedangkan untuk pengujian durabilitas dibutuhkan sebanyak 12 benda uji. Perencanaan jumlah benda uji dengan variasi kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Benda Uji Dengan Variasi Kadar Aspal

Jenis Aspal	Kadar aspal					Jumlah
	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	
Retona blend 55	3	3	3	3	3	15

Setelah didapat kadar aspal optimum (KAO), maka dibuat benda uji dengan persen aspal KAO untuk variasi lama perendaman. Benda uji pada variasi lama perendaman ini dibuat untuk pengujian dengan suhu rendaman 60° C selama 30 menit, 1 x 24 jam, 2 x 24 jam dan 3 x 24 jam untuk jenis aspal Retona Blend 55, seperti tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Benda Uji Dengan Variasi Lama Perendaman

Jenis aspal	Variasi lama perendaman				Jumlah
	30 Menit	1 x 24 Jam	2 x 24 Jam	3 x 24 jam	
Retona Blend 55	3	3	3	3	12

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat fisis agregat meliputi pemeriksaan berat jenis, penyerapan, berat isi, keausan, indeks kepipihan, indeks kelonjongan, pemeriksaan tumbukan dan kelekatan agregat terhadap aspal. Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat memperlihatkan bahwa agregat tersebut dapat digunakan karena memenuhi persyaratan yang ada. Disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat

No.	Sifat-sifat Fisis yang Diperiksa	Satuan	Hasil	Persyaratan
1.	Berat jenis ;	gr/cm ³	2,765	Min. 2.5
2.	Penyerapan;	%	0,764	Maks. 3
3.	Berat isi;	Kg/dm ³	1,564	Min.1
4.	Kekerasan ;	%	8,57	Maks.30
5.	Keausan;	%	22,79	Maks. 40
6.	Indeks Kepipihan;	%	18,04	Maks.10
7.	Indeks Kelonjongan;	%	12,4	Maks. 10
8.	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	%	97	Min. 95

4.2 Pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal

Pemeriksaan sifat-sifat fisis Retona Blend 55 meliputi pemeriksaan berat jenis, penetrasi, daktilitas, dan titik lembek. Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal memperlihatkan bahwa aspal tersebut dapat digunakan karena memenuhi persyaratan yang ada. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis Retona Blend 55 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal Retona Blend 55

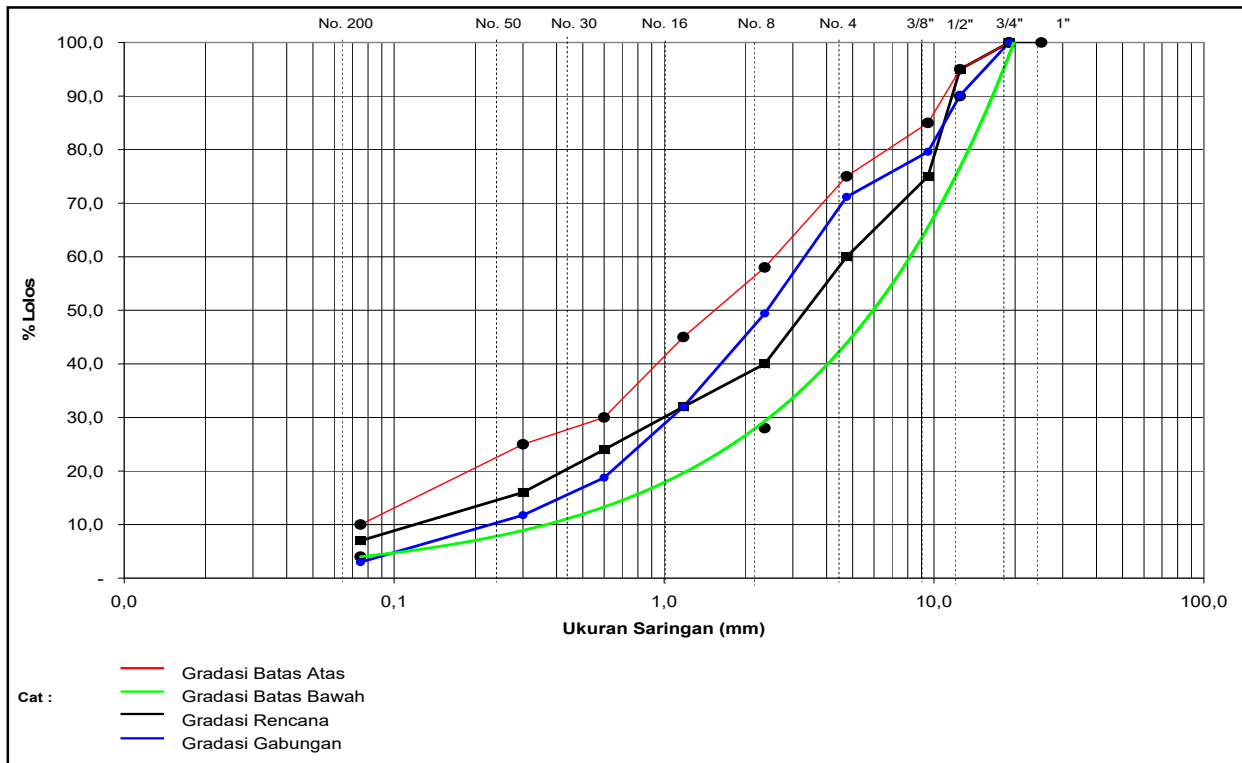
No	Sifat-sifat Fisis Aspal yang diperiksa	Satuan	Hasil	Persyaratan
1.	Berat jenis;	gr/cm ³	1,1	>1
2.	Penetrasi;	(0.1 mm)	42	Min. 40
3.	Daktilitas;	cm	79	Min. 50
4.	Titik lembek	⁰ C	56,5	Min. 55

4.3 Hasil Pemeriksaan Gradasi

Hasil pemeriksaan gradasi agregat dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan analisa saringan. Koefisien campuran untuk fraksi kasar adalah 0,30 dan koefisien campuran untuk fraksi agregat halus adalah 0,70. Dari hasil pencampuran dua fraksi tersebut, sudah memenuhi persyaratan untuk gradasi campuran AC-WC. Gradasi yang digunakan ditentukan dengan gradasi rencana yang masih memenuhi spesifikasi gradasi yang disyaratkan. Hasil Pemeriksaan gradasi agregat kasar dan agregat halus serta percampuran dua fraksi disajikan pada Tabel 7. Gambar 2 menggambarkan gradasi rencana dan gabungan agregat kasar dan halus

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Gradasi dan Gabungan Gradasi Untuk Campuran Laston AC-WC

Ukuran Ayakan		% Lolos Kumulatif		Persen Lolos		Proporsi Masing-masing Fraksi		Gradasi Gabungan
		Lolos Kumulatif		Spesifikasi	Gradasi Rencana	a = 0.30	b = 0.70	
ASTM	(mm)	Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)			Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)	
		(A)	(B)			(A)	(B)	
1 "	25							
3/4 "	19	100	100	100	100	29,53	70,47	100
1/2 "	12,5	66,59	100	90 - 100	95	19,67	70,47	90,13
3/8 "	9,5	30,86	100	Maks. 90	75	9,11	70,47	79,58
No.4	4,75	2,43	100		60	0,72	70,47	71,19
No.8	2,36	1,81	69,35	28 - 58	40	0,53	48,87	49,4
No.16	1,18	1,1	44,95		32	0,32	31,68	32
No.30	0,6	0,63	26,35		24	0,19	18,57	18,75
No.50	0,3	0,3	16,57		16	0,09	11,68	11,77
No.200	0,075	0,05	4,2	4 - 10	7	0,01	2,96	2,97
PAN	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 2. Grafik Gradasi Rencana dan Gabungan Agregat Kasar dan Halus

Hasil pengujian dan analisa Marshall dengan variasi kadar Retona Blend 55, diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum sebesar 6,40% yang memenuhi persyaratan parameter Marshall untuk campuran beton aspal AC-WC. KAO sebesar 6,40% yang digunakan untuk membuat benda uji dengan variasi lama perendaman pada suhu 60 °C. Rekapitulasi hasil pengujian Marshall untuk variasi kadar aspal Retona Blend 55 disajikan pada Tabel 8, sedangkan untuk variasi lama perendaman disajikan Tabel 9.

Tabel 8. Nilai Parameter Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Menggunakan Retona Blend 55

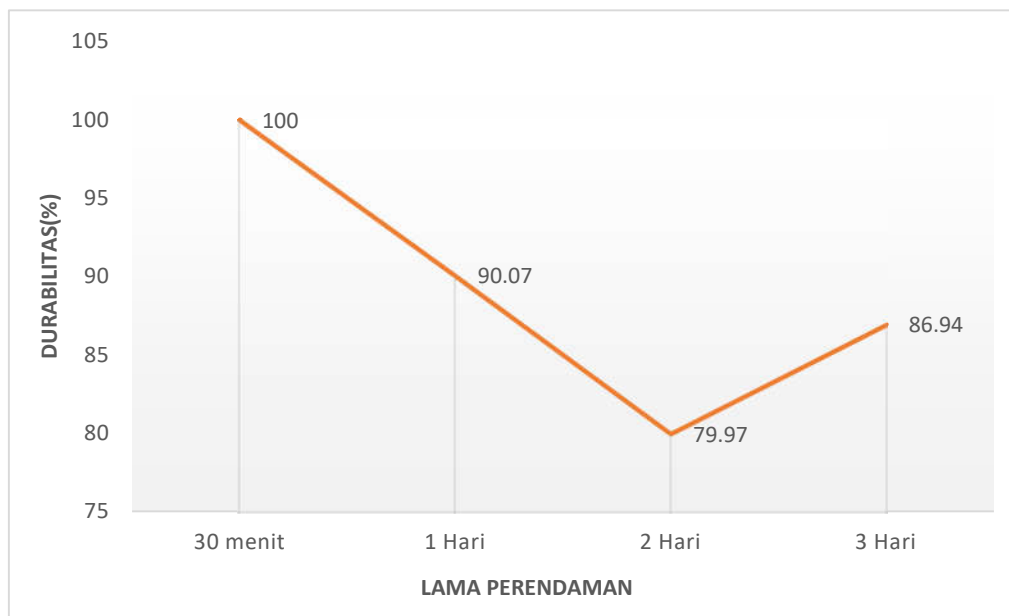
No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi BM 2020
		4,5	5	5,5	6	6,5	
1.	Stabilitas (kg)	1822,4	1542,5	1708,5	1457,5	1889,5	Min. 1000
2.	Flow Plastis (mm)	1,6	2,7	2,6	2,7	3,2	2 - 4
3.	<i>MQ</i> (Kg)	1124,4	618,04	840,65	544,53	626,71	<u>Min.</u> 300
4.	<i>Density</i> (gr/cm ³)	2,31	2,33	2,38	2,4	2,38	<u>Min.</u> 2
5.	VIM (%)	10,65	9,37	6,92	5,23	5,46	3 – 5
6.	<i>VMA</i> (%)	20,11	19,96	18,8	18,33	19,52	<u>Min.</u> 15
7.	<i>VFB</i> (%)	47,05	53,08	63,26	71,58	72,1	<u>Min.</u> 65

Tabel 9. Nilai Parameter Marshall dengan Variasi Lama Perendaman Menggunakan Retona Blend 55

No	Karakteristik Campuran	Lama Perendaman (suhu 60 °C)				Spesifikasi BM 2020
		30 Menit	1 Hari	2 Hari	3 Hari	
1.	Stabilitas (kg)	1651,2	1454,9	1291,7	1404,3	<u>Min.</u> 1000
2.	Flow Plastis (mm)	5,6	5,4	6,2	5,9	2 - 4
3.	<i>MQ</i> (Kg)	324,54	283,34	190,2	259,22	<u>Min.</u> 300
4.	<i>Density</i> (gr/cm3)	2,46	2,38	2,35	2,38	Min. 2
5.	VIM (%)	5,19	7,48	8,03	6,28	3 – 5
6.	<i>VMA</i> (%)	15,23	18,29	19,77	19,24	<u>Min.</u> 15
7.	<i>VFB</i> (%)	65,95	59,11	59,53	67,36	<u>Min.</u> 65

Tabel 10. Hasil Pengujian Durabilitas

Jenis Aspal	Lama perendaman	Stabilitas Rendaman 30 Menit	Stabilitas Rendaman	Nilai Durabilitas
		(Kg)	(Kg)	(%)
a	b	c	d	e = d/c
Retona Blend 55	30 menit		1615,23	100
	1 Hari		1454,86	90,07
	2 Hari	1615,23	1291,71	79,97
	3 Hari		1404,32	86,94



Gambar 3. Nilai Durabilitas Pada Campuran Aspal Retona Blend 55

Berdasarkan KAO dengan gradasi yang sama dibuat 3 (tiga) buah benda uji pada variasi lama perendaman dengan perendaman 24 jam (1 hari), 2 x 24 jam (2 hari) dan 3 x 24 jam (3 hari) pada suhu 60°C untuk penggunaan Retona Blend 55. Nilai durabilitas diperoleh dari perbandingan antara stabilitas rendaman 24 jam, 2 x 24 jam dan 3 x 24 jam dengan stabilitas normal (30 menit). Hasil pemeriksaan dan perhitungan nilai durabilitas untuk masing-masing variasi lama perendaman dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 3.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kadar aspal optimum (KAO) Retona Blend 55 yang diperoleh berdasarkan evaluasi parameter Marshall adalah 6,40%. Semakin lama perendaman, nilai parameter Marshall semakin tidak memenuhi persyaratan campuran AC-WC, terutama nilai MQ lebih kecil dari 300 kg/mm hal ini disebabkan nilai Flow semakin tinggi dan stabilitas semakin rendah. Durabilitas tertinggi diperoleh pada campuran AC-WC menggunakan aspal pen.60/70 pada rendaman hari ke-3 dengan nilai 88,59%, disebabkan menggunakan filler portland semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Buku petunjuk praktis penggunaan aspal retona blend 55 dalam campuran beraspal panas*. Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim. 2018. *Spesifikasi umum Direktorat Jendral Bina Marga edisi 2010 revisi 4 divisi 6*. Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Siswosoebrotho. 1997. *Evaluasi pengaruh proses penguapan-pengembunan berulang terhadap durabilitas campuran butonate mastic asphalt*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sukirman, S. 2003. *Campuran beraspal panas*. Penerbit Granit, Bandung.
- Sunarjono, S., Hidayati, N., Pratama, AI. 2020. Ketahanan campuran AC-WC menggunakan lateks terhadap air. *Jurnal Transportasi*. 20 (2), pp. 125-136.
- Zamhari, K.A, 1997. Metoda pencampuran campuran aspal panas berdasarkan spesifikasi yang disempurnakan. *Proceeding Seminar Nasional Perkerasan Jalan Raya*, Puslitbang Jalan, Pekanbaru.