

**PENGARUH PENUAAN DAN LAMA PERENDAMAN
TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED*
*SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC)***



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh :

SUKMA PRATAMA

D 100 090 020

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PENUAAN DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP
DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE*
(*HRS-WC*)**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

SUKMA PRATAMA

D 100 090 020

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIDN : 0630126302

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PENUAAN DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP
DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE*
(HRS-WC)**

OLEH
SUKMA PRATAMA
D 100 090 020

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari jumat, 15 Desember 2017
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

1. **Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Agus Riyanto, M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Nurul Hidayati, S.T., M.T., Ph.D**
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK 082



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya

Surakarta, 29 September 2020

Penulis



Sukma Pratama

D 100 090 020

PENGARUH PENUAAN DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE*

(HRS-WC)

Abstrak

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang keberadaannya sangat penting bagi proses pergerakan manusia. Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Pada saat musim hujan, tidak sedikit jalan-jalan di Indonesia yang terendam air akibat banjir. Hal ini dapat mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah terhadap penurunan sifat durabilitasnya. Hal ini juga berdampak buruk pada saat akan melakukan proses pembuatan *hot mix*, selama pengangkutan, penghamparan di lapangan, dan masa pelayanan terjadi proses penuaan pada campuran aspal. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat keawetan campuran *HRS – WC* akibat pengaruh penuaan dan lama perendaman. Penelitian dilakukan di Laboratorium menggunakan agregat yang berasal dari Bawen, Kabupaten Semarang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, dan 8,5% terhadap total berat agregat untuk menentukan kadar aspal optimum. Untuk membuat campuran *HRS- WC* gradasi semi senjang ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010. Untuk pengujian pada penuaan jangka pendek (*Short Term Oven Ageing, STOA*), selama pengangkutan dan penghamparan di lapangan dan metode pengujian penuaan jangka panjang (*Long Term Oven Ageing, LTOA*). Parameter yang digunakan untuk melihat tingkat durabilitas campuran *HRS-WC* adalah Indeks Kekuatan Sisa dan Indeks Durabilitas. Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh penuaan dan lama perendaman berpengaruh cukup signifikan terhadap durabilitas campuran *HRS-WC*. Benda uji yang mengalami penuaan menghasilkan nilai kekuatan sisa di bawah batas minimal yang disyaratkan Bina Marga, (2010) yaitu 90%. Semakin lama terjadi proses penuaan dan semakin lama campuran beraspal terendam air, maka semakin menurunkan tingkat durabilitas campuran *HRS-WC*, baik dilihat dari nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) maupun nilai Indeks Durabilitas. Nilai Indeks Kekuatan Sisa (setelah perendaman 24 jam, pada suhu 60°C) benda uji normal sebesar 96.33%, benda uji *STOA* sebesar 91.49 %, dan benda uji *LTOA* sebesar 88.98 %. Sedangkan Indeks Durabilitas benda uji yang mengalami penuaan menunjukkan penurunan kekuatan cukup besar seiring dengan bertambahnya waktu perendaman dibandingkan dengan benda uji normal, sehingga benda uji yang mengalami penuaan dianggap tidak cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan suhu.

Kata kunci: penuaan, durabilitas, hot rolled sheet , wearing course

Abstract

The highway is a road transport infrastructures whose existence is very important for the process of human movement. Road pavement in Indonesia generally suffered damage before reaching age In the rainy season, not a few streets in

Indonesia are submerged in water due to flooding. This can affect the performance of asphalt pavement especially the problem of decreasing durability characteristic. It also has an adverse impact on the process of making hot mix, during transportation, on-site delivery, and service periods of aging on the asphalt mixture. This study aims to analyze the durability of the HRS-WC mixture due to the effects of aging and the duration of immersion. The research was conducted in Laboraturium using aggregate originating from Bawen, Semarang regency. This research used experimental method with variation of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, 8%, and 8.5% total asphalt to aggregate weight to determine optimum bitumen content. To make the mixture of HRS-WC this semi-long gradient refers to the specification of Bina Marga 2010. For testing on short-term oven aging (STOA), during transport and field deployment and Long Term Oven Aging (LTOA). The parameters used to see the durability level of the HRS-WC mix are the Time Strength Index and the Durability index. Based on the results of the study, the influence of the aging and long soaking effect quite significantly to mix durability HRS-WC. A test object that is experiencing the aging produce value the power of rest below the minimum required Bina Marga, (2010), namely 90%. The longer the aging process occurs and the longer the mixture sealed submerged water, then further lower level durability of mixed HRS-WC, good views of the value of the Residual strength index (IKS) and Durability index value index value of residual Forces after soaking for 24 hours, at a temperature of 60 ° C) normal test object amounted to 96.33% of the test objects, STOA of 91.49%, and test LTOA of 88.98%. While the index of the object that is experiencing the test of Durability of aging showed a decrease in strength as we get big enough time soaking compared with normal test objects, so the test object that is experiencing the aging is not considered sufficiently resistant against damage caused by the influence of water and temperature.

Key words : aging, durabiliy, hot rolled sheet , wearing course

1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan konstruksi jalan di Indonesia penggunaan sarana dan prasarana transportasi semakin meningkat, salah satunya adalah transportasi darat. Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang keberadaannya sangat penting bagi proses pergerakan manusia. Konstruksi jalan raya harus mengikuti perkembangan transportasi yang sangat pesat untuk kelancaran, kenyamanan, dan keamanan pengguna jalan, termasuk perkerasan lentur.

Beberapa parameter yang digunakan untuk melihat tingkat durabilitas campuran beraspal adalah Indeks Kekuatan Sisa dan Indeks Durabilitas. Indeks Kekuatan Sisa adalah parameter yang digunakan oleh Bina Marga (2010) dengan

membandingkan nilai stabilitas perendaman 24 jam dengan stabilitas standar. Indeks Durabilitas merupakan parameter tunggal yang dikembangkan oleh *Craus, J. et al* (1981) dengan melakukan masa perendaman. `

Hot Rolled Sheet (HRS) adalah merupakan lapis tipis yaitu lapis permukaan yang terdiri dari campuran antara aspal dan agregat yang bergradasi senjang (*gap grade*) dengan perbandingan tertentu dicampur (*mixing*), dihampar, dan dipadatkan secara panas (*hot mix*). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas.

Wearing course/ lapis aus adalah bagian dari lapis permukaan yang terdapat diatas lapis antara (*binder course*) yang berfungsi mengamankan perkerasan dari pengaruh air, menyediakan permukaan yang halus sekaligus kesat. Sebagai sebuah konsekuensi campuran tersebut dapat menyerap aspal yang relative tinggi dan sifat-sifat khasnya *Hot Rolled Sheet* ini sebagian besar dapat memberikan suatu permukaan yang sanggup menerima beban berat tanpa retak.

Ketentuan sifat-sifat campuran untuk campuran beton aspal lapis aus pada spesifikasi Bina Marga 2010 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

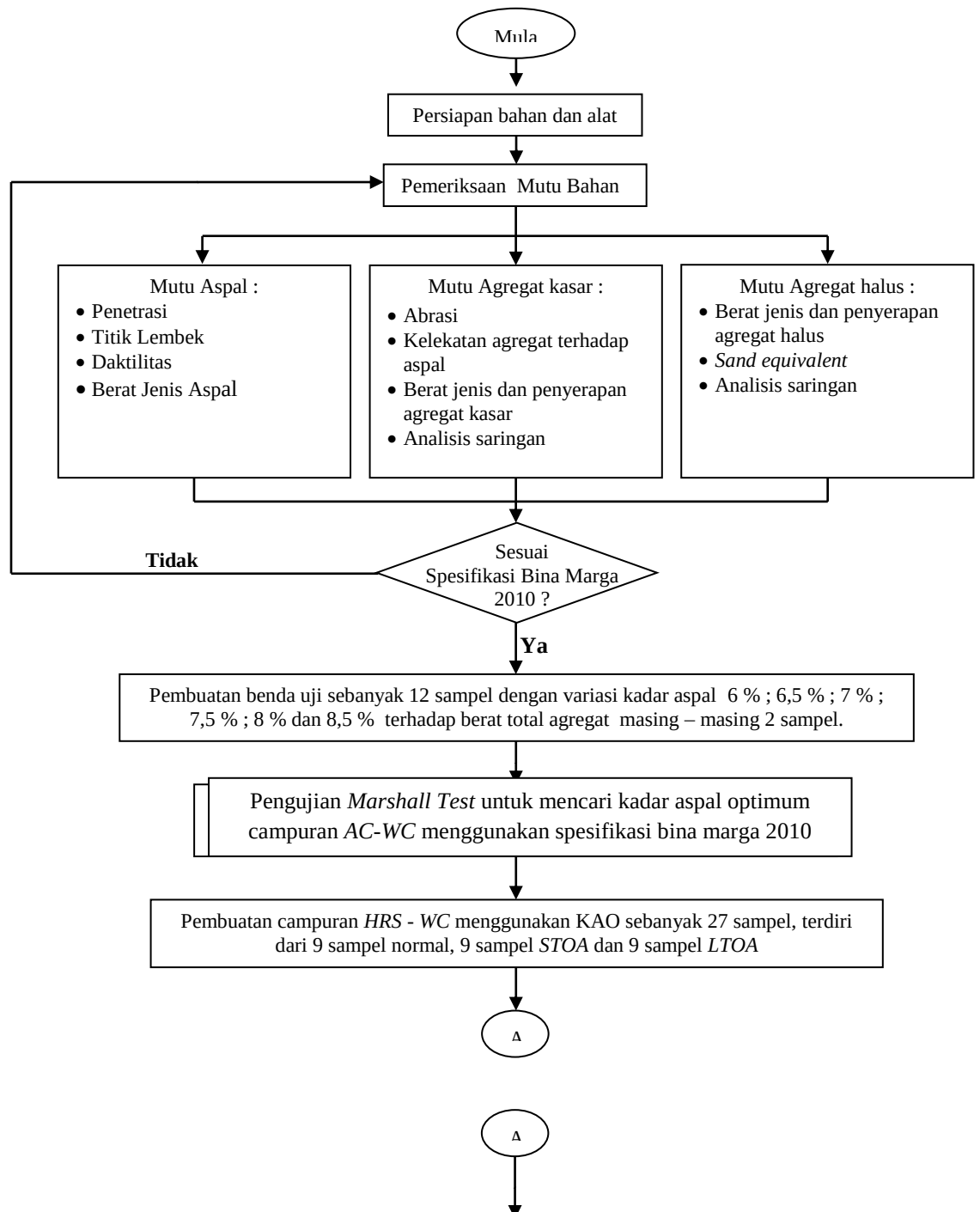
Tabel 1. Ketentuan sifat – sifat campuran HRS- WC

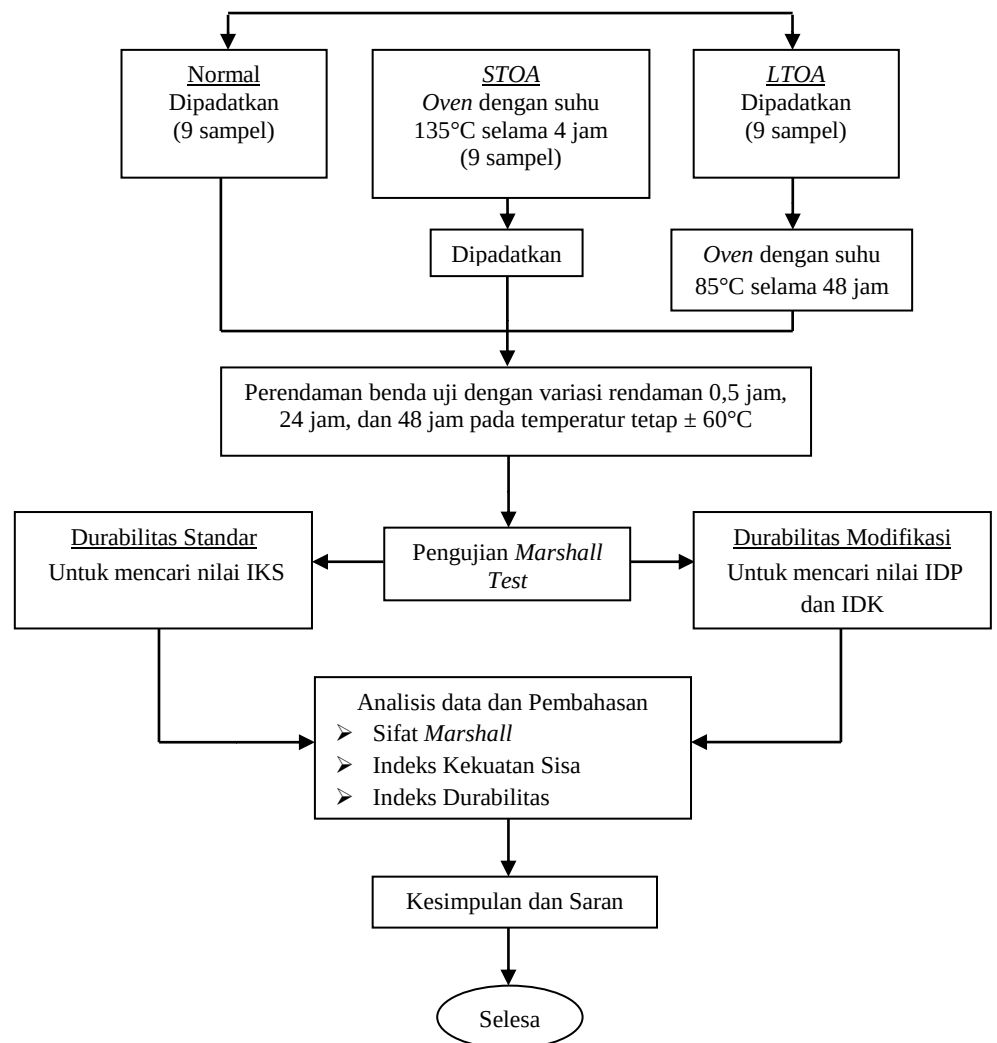
Sifat-sifat Campuran	Spec.	HRS-WC Gradasi Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)	Min.	5,9
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,2
Jumlah Tumbukan Per Bidang (kali)		75
Rongga Dalam Campuran(VIM) (%)	Min.	4,0
	Maks.	6,0
Rongga Dalam Agregat(VMA) (%)	Min.	18
Rongga Terisi Aspal(VFWA) (%)	Min.	68
Stabilitas <i>Marshall</i> (Kg)	Min.	800
	Maks.	-
Pelelehan (mm)	Min.	3
<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	Min.	250
Stabilitas <i>Marshall</i> sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60°C (%)	Min.	90

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010)

2. METODE

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan melakukan suatu percobaan terhadap beberapa sampel guna mendapatkan suatu hasil dari pemeriksaan. Untuk lebih jelasnya, seluruh tahapan penelitian dapat dirincikan pada bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini





Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kualitas material dalam campuran aspal panas ini terdiri dari material agregat dan aspal.

3.1 Pemeriksaan agregat kasar

Hasil pengujian mutu agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec	Ket
Abrasi	21,41%	Max. 30%	Memenuhi
Kelekatan terhadap aspal	99%	Min. 95%	Memenuhi

Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,75	Min. 2,5	Memenuhi
Berat Jenis SSD	2,78	-	-
Berat Jenis semu	2,84	-	-
Penyerapan air	1,15 %	< 3 %	Memenuhi

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

3.2 Pemeriksaan agregat halus

Hasil pengujian mutu agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec.	Keterangan
Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,63	Min. 2,5	Memenuhi
Berat Jenis SSD	2,71	-	-
Berat Jenis semu	2,85	-	-
Penyerapan air	2,89 %	<3 %	Memenuhi
<i>Sand Equivalent</i>	91,55 %	> 60%	Memenuhi

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

3.3 Pemeriksaan Aspal

Hasil pengujian mutu aspal dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Aspal

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec.	Keterangan
Penetrasi (10^{-1} mm)	64	60-70	Memenuhi
Titik lembek(°C)	50,5°C	$\geq 48^{\circ}\text{C}$	Memenuhi
Titik nyala (°C)	278°C	$\geq 232^{\circ}\text{C}$	Memenuhi
Titik bakar (°C)	330°C	-	-
Daktilitas (cm)	150 cm	$\geq 100\text{cm}$	Memenuhi
Berat Jenis aspal	1,03	$\geq 1,0$	Memenuhi

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

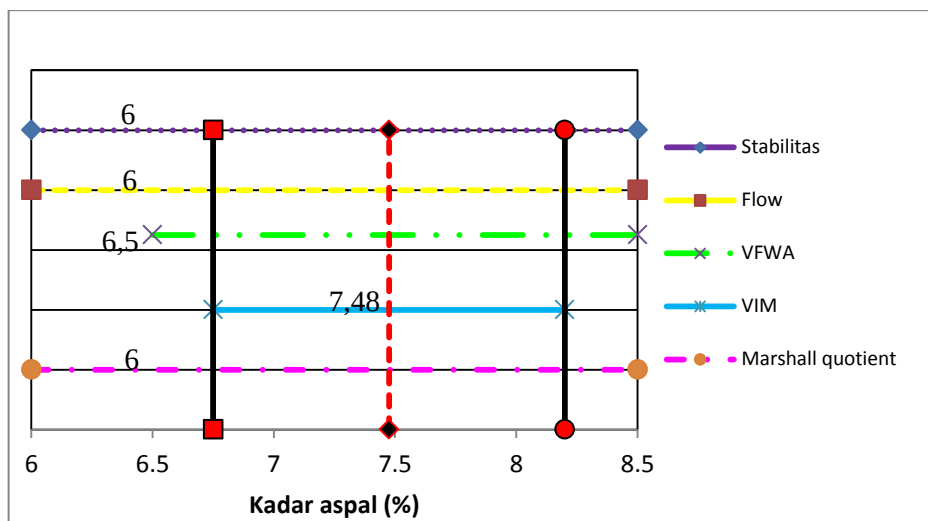
Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat ditentukan dengan memvariasikan kadar aspal dari 6 % –8,5 % dengan tingkat kenaikan 0,5 %. Beberapa parameter campuran yang dianjurkan oleh Bina Marga untuk dipenuhi dalam penentuan KAO adalah stabilitas, kelelahan (*flow*), *Marshall Qoutient* (MQ), rongga dalam campuran (*VIM*), dan rongga terisi aspal (*VFWA*).

Hasil pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada Tabel 5 dan untuk melihat grafik penentuan Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.

Tabel 5. Hasil pengujian *Marshall* untuk mencari KAO

Sifat <i>Marshall</i>	Spec.	Kadar aspal (%)					
		6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
Stabilitas (kg)	≥ 800	1223,91	1284,16	1370,76	1191,23	1161,51	1116,99
Flow (mm)	≥ 3	3,24	3,77	4,00	3,75	4,34	3,95
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	≥ 250	379,07	341,93	343,40	322,97	267,61	282,85
Density (gr/cc)	-	2,37	2,35	2,32	2,35	2,35	2,37
VMA (%)	≥ 15	19,13	20,36	21,66	21,10	21,21	20,94
VIM (%)	3 - 5	6,11	6,47	6,94	5,21	4,29	2,89
VFWA (%)	≥ 65	68,19	68,25	68,03	75,45	79,80	86,21

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian



Gambar 2. Grafik penentuan nilai kadar aspal optimum

Dari Gambar 2 di atas didapat nilai kadar aspal optimum pada campuran HRS-WC, yaitu $= \frac{8,2 + 6,75}{2} = 7,48 \%$, tetapi dalam penelitian ini kadar aspal optimum yang digunakan adalah 7,48 %.

Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall* untuk benda uji kondisi normal, kondisi *STOA*, dan kondisi *LTOA* dapat dilihat pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8 berikut ini.

Tabel 6. Hasil pengujian *Marshall* kondisi normal

sifat <i>Marshall</i>	spec.	Hasil <i>Marshall Test</i> kondisi Normal variasi perendaman dalam air suhu tetap 60°C					
		0,5 jam	ket.	24 jam	ket.	48 jam	ket.
Kepadatan (gr/cc)	-	2,38	-	2,37	-	2,35	-
Stabilitas (kg)	≥ 800	2170,13	Memenuhi	2090,38	Memenuhi	2046,60	Memenuhi
Kelelehan (mm)	≥ 3	3,03	Memenuhi	3,10	Memenuhi	3,12	Memenuhi
<i>MQ</i> (kg/mm)	≥ 250	716,91	Memenuhi	675,23	Memenuhi	660,43	Memenuhi
<i>VMA</i> (%)	≥ 15	20,26	Memenuhi	20,56	Memenuhi	21,26	Memenuhi
<i>VIM</i> (%)	3 - 5	4,12	Memenuhi	4,47	Memenuhi	5,31	Memenuhi
<i>VFWA</i> (%)	≥ 65	79,71	Memenuhi	78,24	Memenuhi	75,02	Memenuhi

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

Tabel 7. Hasil pengujian *Marshall* kondisi *STOA*

sifat <i>Marshall</i>	spec.	Hasil <i>Marshall Test</i> kondisi <i>STOA</i> variasi perendaman dalam air suhu tetap 60°C					
		0,5 jam	ket.	24 jam	ket.	48 jam	ket.
Kepadatan (gr/cc)	-	2,33	-	2,33	-	2,33	-
Stabilitas (kg)	≥ 800	1206,23	Memenuhi	1103,62	Memenuhi	930,73	Memenuhi
Kelelehan (mm)	≥ 3	3,08	Memenuhi	3,12	Memenuhi	3,76	Memenuhi
<i>MQ</i> (kg/mm)	≥ 250	392,25	Memenuhi	354,35	Memenuhi	247,63	Memenuhi
<i>VMA</i> (%)	≥ 15	21,90	Memenuhi	21,96	Memenuhi	22,10	Memenuhi
<i>VIM</i> (%)	3 - 5	6,08	Tidak Memenuhi	6,15	Tidak Memenuhi	6,33	Tidak Memenuhi
<i>VFWA</i> (%)	≥ 65	72,28	Memenuhi	71,98	Memenuhi	71,38	Memenuhi

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

Tabel 8. Hasil pengujian *Marshall* kondisi *LTOA*

sifat <i>Marshall</i>	spec.	Hasil <i>Marshall Test</i> kondisi <i>LTOA</i> variasi perendaman dalam air suhu tetap 60°C					
		0,5 jam	ket.	24 jam	ket.	48 jam	ket.
Kepadatan (gr/cc)	-	2,37	-	2,37	-	2,35	-
Stabilitas (kg)	≥ 800	1049,80	Memenuhi	798,87	Tidak Memenuhi	739,89	Tidak Memenuhi
Kelelahan (mm)	≥ 3	3,02	Memenuhi	3,23	Memenuhi	3,29	Memenuhi
<i>MQ</i> (kg/mm)	≥ 250	349,29	Memenuhi	246,76	Tidak Memenuhi	225,29	Tidak Memenuhi
<i>VMA</i> (%)	≥ 15	20,06	Memenuhi	19,91	Memenuhi	20,54	Memenuhi
<i>VIM</i> (%)	3 - 5	6,04	Tidak Memenuhi	5,86	Tidak Memenuhi	6,61	Tidak Memenuhi
<i>VFWA</i> (%)	≥ 65	69,93	Memenuhi	70,59	Memenuhi	67,84	Memenuhi

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

Dalam pembahasan ini menganalisis bagaimana pengaruh *aging* (penuaan) dan pengaruh lama perendaman terhadap kinerja durabilitas campuran *HRS-WC* dilihat dari nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) dan nilai Indeks Durabilitas. Hasil pengujian durabilitas dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

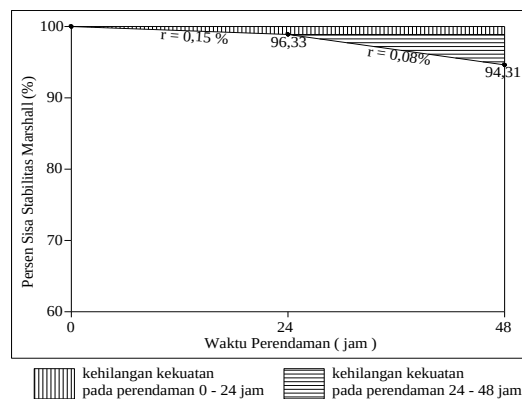
Tabel 9. Hasil pengujian durabilitas

sifat	Kondisi	Lama Perendaman (jam)			Hasil
<i>Marshall</i>	Benda Uji	0,5	24	48	
Stabilitas (kg)	Normal	2170,13	2090,38	2046,60	-
	<i>STOA</i>	1206,23	1103,62	930,73	-
	<i>LTOA</i>	1982,03	1763,53	1656,14	-
Persen Sisa Stabilitas (%)	Normal	100,00	96,33	94,31	-
	<i>STOA</i>	100,00	91,49	77,16	-
	<i>LTOA</i>	100,00	88,98	83,56	-
Indeks Kekuatan Sisa (IKS)					
Durabilitas Standar IKS (%)	Normal				96,33
	<i>STOA</i>				91,49
	<i>LTOA</i>				88,98
	minimal				90
Indeks Durabilitas Pertama (IDP)					
kelandaian <i>r</i> (%)	Normal	-	0,15	0,08	-
	<i>STOA</i>	-	0,35	0,60	-
	<i>LTOA</i>	-	0,46	0,23	-

Indeks Durabilitas Kedua (IDK)					
Kehilangan kekuatan selama satu hari a (%)	Normal	-	2,76	0,50	3,26
	STOA	-	6,38	3,58	9,96
	LTOA	-	8,27	1,35	9,62
Kekuatan sisa selama satu hari S_a (%)	Normal	100,00	97,24	96,74	-
	STOA	100,00	93,62	90,04	-
	LTOA	100,00	91,73	90,38	-
$A = \frac{a}{100} \times S_o$ (kg)	Normal	-	59,81	10,95	70,76
	STOA	-	76,96	43,22	120,18
	LTOA	-	163,88	26,85	190,72
$SA = S_o - A$ (kg)	Normal	1063,38	2110,32	2099,37	-
	STOA	1029,85	1129,27	1086,05	-
	LTOA	1049,80	1818,16	1791,31	-

Sumber : Ditjen Bina Marga (2010) dan hasil penelitian

Indeks Durabilitas yang dinyatakan dalam (r)/ penurunan stabilitas (IDP) dan (a) / kehilangan kekuatan (IDK) dapat dilihat padakurva keawetan Gambar 3 berikut ini.



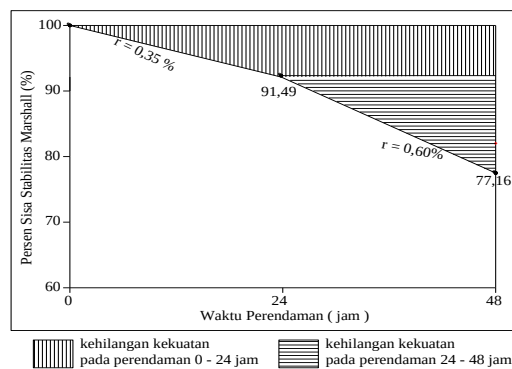
Gambar 3. Kurva keawetan benda uji normal

Nilai IKS benda uji normal (tanpa pengovenan) sebesar 96,33 %, yang menunjukkan bahwa nilai IKS berada di atas batas minimal yang ditetapkan Bina Marga, (2010). Hasil ini menunjukkan bahwa campuran *HRS-WC* pada keadaan normal, dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan suhu.

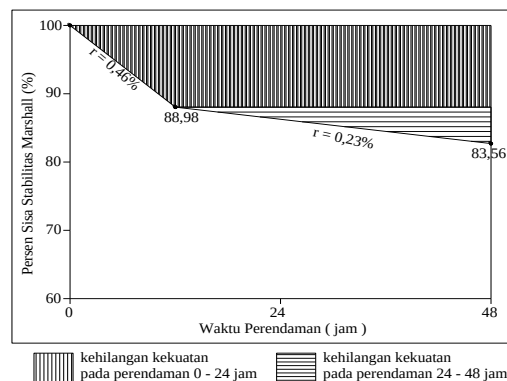
Nilai Indeks Durabilitas Pertama (IDP) dan Indeks Durabilitas Kedua (IDK) (setelah perendaman 48 jam, pada suhu 60°C) cenderung mengalami penurunan

atau kehilangan kekuatan tetapi tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan semakin lama benda uji terendam air, semakin menurunkan tingkat keawetannya.

Indeks Durabilitas yang dinyatakan dalam (r)/ penurunan stabilitas (IDP) dan (a) / kehilangan kekuatan (IDK) pada benda uji yang mengalami penuaan dapat dilihat pada kurva keawetan Gambar 4 dan Gambar 5 berikut ini.



Gambar 4. Kurva keawetan benda uji STOA



Gambar 5. Kurva keawetan benda uji LTOA

Nilai IKS benda uji STOA sebesar 91,49 % menunjukkan bahwa nilai IKS berada di atas batas minimal yang ditetapkan Bina Marga, (2010). Hasil ini menunjukkan bahwa campuran HRS-WC pada keadaan normal, dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan suhu.

Untuk nilai IKS benda uji LTOA sebesar 88,98 %. Kedua nilai IKS tersebut berada di bawah batas minimal yang ditetapkan Bina Marga, (2010), sehingga benda uji yang mengalami penuaan dianggap tidak cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan suhu.

Nilai Indeks Durabilitas Pertama (IDP) dan Indeks Durabilitas Kedua (IDK) (setelah perendaman 48 jam, pada suhu 60°C) sama halnya dengan benda uji normal yaitu cenderung mengalami penurunan atau kehilangan kekuatan, tetapi untuk benda uji yang mengalami penuaan penurunan kekuatan yang terjadi cukup signifikan. Besarnya penurunan kekuatan ini tidak lepas karena akibat proses oksidasi yang terjadi pada benda uji yang mengalami penuaan akan meningkatkan nilai kekakuannya. Peningkatan kekakuan ini menjadikan campuran beraspal menjadi lebih keras dan getas, sehingga cepat retak dan akan menurunkan keawetannya atau dengan kata lain penurunan kekuatan benda uji yang mengalami penuaan akan lebih besar.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Semakin lama terjadi proses penuaan dan semakin lama campuran beraspal terendam air, maka semakin menurunkan tingkat durabilitas campuran *HRS-WC*, baik dilihat dari nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) maupun nilai Indeks Durabilitas. Nilai Indeks Kekuatan Sisa (setelah perendaman 24 jam, pada suhu 60°C) benda uji normal sebesar 96.33%, benda uji *STOA* sebesar 91.49 %, dan benda uji *LTOA* sebesar 88.98 %.

Nilai IKS benda uji normal di atas batas minimal yang ditetapkan Bina Marga, (2010) yaitu 90 %, sehingga dianggap cukup *durable*, sedangkan nilai IKS benda uji yang mengalami penuaan di bawah 90 %, sehingga dianggap tidak cukup *durable* (awet). Nilai Indeks Durabilitas Pertama (IDP) dan Indeks Durabilitas Kedua (IDK) (setelah perendaman 48 jam, pada suhu 60°C) cenderung mengalami penurunan atau kehilangan kekuatan untuk semua kondisi benda uji. Nilai IDP atau penurunan stabilitas benda uji normal lebih landai dibandingkan dengan benda uji yang mengalami penuaan, sehingga benda uji yang mengalami penuaan lebih tidak *durable*.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan material lain untuk masa perendaman yang lebih lama atau lebih dari dua hari, sebagai pembanding material yang mempunyai tingkat durabilitas yang paling baik. Untuk mengetahui lebih jauh tingkat durabilitas campuran *HRS-WC*, maka perlu dilakukan studi lebih lanjut misalnya dengan penambahan zat aditif, pemakaian tipe gradasi campuran yang berbeda atau dengan penambahan *filler*. Kelengkapan peralatan praktikum yang berada di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta seharusnya dilengkapi dan beberapa alat yang rusak seperti mesin uji daktilitas dan *waterbath* segera diperbaiki, terutama pada *waterbath* yang digunakan pada pengujian durabilitas. Mesin pengatur suhu dalam air tidak bisa stabil, sehingga menyulitkan dalam pengujian perendaman dalam waktu yang cukup lama pada suhu tetap $\pm 60^{\circ}\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, S F and Scholz, T V, 2000, “ *Development of Laboratory Protocols for The Ageing of Asphalt Mixtures* ” 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Book I, Barcelona.
- Bina Marga, 2010 , *Spesifikasi Umum*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Semarang.
- Craus, J., Ishai, I., and Sides, A.,(1981), “*Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to Filler Type and Propertis* ” Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists, Technicalsessions, February 16,17 and 18, Volume. 50, San diego, California.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Buku 1 : Petunjuk Umum.
- Glenn, R. Kemp and Nelson, H. Predoehl, 1981, “ *A Comparasion of Field and Laboratory Environments on Asphalt Durability* ”, Proceeding Association of Asphalt Paving Technology, Vol. 50. pp. 492-537. San Diego, California.
- Huber, GA and Decker DS, 1995, “ *Engineering Properties of Asphalt Mixture and The Relantionship to Their Performance* ”, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

- Prabowo. A, 2003, *Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Laston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi*, Jurnal, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sukirman, S, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Bandung.
- Ali, Hadi, 2011, *Studi Durabilitas Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) dengan Penggunaan Abu Vulkanik dan Abu Batu Sebagai Filler*, Tesis, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Supriatno, Agus, 2008, *Pemanfaatan Filler Tanah Liat Pada HRS-B Ditinjau dari Karakteristik Marshall dan Durabilitas (Studi Kasus Tanah Liat di Pacitan)*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Hartanto (2004), *Pengaruh Filler Debu Batu Terhadap Sifat Marshall dan Durabilitas Campuran Hot Rolled Sheet (HRS)*
- Tahir, A dan Setiawan, A, 2009, *Kinerja Durabilitas Beton Aspal Ditinjau Dari Faktor Variasi Suhu Pemadatan dan Lama Perendaman*, Jurnal, Universitas Tadulako, Palu.
- Widodo, D (1999), *Agregat Sebagai Bahan Perkerasan Jalan*, Dalam Penataran dan Pelatihan Dosen Teknik Sipil Perguruan Tinggi Swasta Kopertis Wilayah VI, September 1999.
- Wijayanti, Erni, 2012, *Pengaruh Penuaan Perkerasan Terhadap Karakteristik Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Menggunakan Spesifikasi Bina Marga 2010*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Yuniarto, E dan Sentosa, L, 2006, *Durabilitas Laston Dengan Filler Abu Gambut*, Jurnal, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hifzil, Wahyudi ,2015, *Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Kinerja Durabilitas campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Diploma thesis, Universitas Andalas.
- Wijaya, Anthony Fernandus (2016) *Pengaruh Penggunaan Aspal Modifikasi Starbit E-55 Dengan Bahan Tambah Polipropilena Terhadap Parameter Marshall Dan Durabilitas Campuran Pada Lapisan Binder Course*. S1 Thesis, Uajy.