

## **PENGARUH GENANGAN AIR HUJAN TERHADAP KINERJA CAMPURAN ASPAL CONCERE - WEARING COURSE (AC - WC)**

**Abdul Khamid dan M. Abror Izazi**

Fakultas Teknik Universitas Muhadi Setiabudi

Email: abdulkhamid.mt@gmail.com; abrorizazi@gmail.com

### **Abstrak**

*Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan awal (kerusakan dini) antara lain diakibatkan pengaruh temperatur (cuaca) air. Ketika musim hujan di Indonesia khususnya sering di temukan genangan-genangan air di jalan setelah terjadi hujan dan tak jarang menimbulkan kerusakan pasca kejadian ini. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh yang terjadi akibat kejadian alam tersebut terhadap perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang terjadi terhadap karakteristik aspal AC-WC melalui marshall test yang direndam oleh air hujan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Campuran yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari campuran yang diperuntukkan untuk (AC-WC) yaitu terdiri dari CA, MA, FA, dan NS dengan aspal penetrasi 60/70. Karakteristik yang diukur dengan menggunakan alat Marshall adalah stabilitas, kelelahan, marshall quotient (MQ), void in mix (VIM), serta void in mineral aggregate (VMA). Dalam penelitian ini dilakukan perendaman dengan air hujan dengan waktu perendaman 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam dan 5 x 24 jam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang diakibatkan perendaman air hujan. Secara keseluruhan, semakin lama campuran aspal yang terendam oleh air hujan akan berpengaruh pada kinerja perkerasan yang mengakibatkan akan mengalami kehilangan durabilitas atau keawetan dengan bertambahnya lama perendaman.*

**Kata Kunci** : Air Hujan, Lama Perendaman, VIM, VMA, MQ, Kelelahan, Stabilitas

### **Pendahuluan**

Salah satu dari struktur perkerasan jalan yang langsung bersentuhan dengan cuaca, roda kendaraan dan lainnya adalah lapisan aspal AC-WC. Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. AC-WC merupakan lapisan permukaan yang dalam perencanaannya harus kedap air. Lapisan ini harus berkondisi kedap air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.

AC-WC merupakan salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan Prasarana Wilayah, namun pada faktanya dilapangan berbanding terbalik dengan apa yang ada pada tujuan perencanaan. Genangan air dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan jalan dikarenakan air dapat melonggarkan ikatan antara agregat dengan aspal. Menurut Nurhudayah (2009) genangan air yang meresap masuk ke dalam perkerasan jalan dapat mengakibatkan retakan pada struktur perkerasan jalan. Hal ini diakibatkan karena lemahnya daya dukung tanah dasar akibat fluktuasi kadar air tanah di lokasi tersebut. Lemahnya daya dukung tanah ini terjadi akibat pengembangan volume tanah pada tanah dasar perkerasan. sedangkan air laut sebagaimana kita ketahui, air laut merupakan larutan yang juga memiliki kandungan yang merupakan zat bersifat korosif dan dapat menyebabkan kerusakan dari apa yang dilaluinya.

Air merupakan salah satu penyebab kerusakan pada perkerasan jalan. Tingkat keasaman air hujan yang tinggi dapat mengakibatkan ikatan – ikatan antara aspal dan agregat yang mempercepat terjadinya oksidasi sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dini pada lapisan permukaan jalan. Kondisi ini dapat diperparah, apabila jalan terendam dalam waktu lebih dari 24 jam (standar kekuatan sisa marshall), dan terbebani oleh beban kendaraan yang melebihi batas yang telah ditentukan. Hal ini dapat mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah ketahanan atau keawetan jalan (*durability*) sebagai faktor dalam kriteria marshall. Menurut Departemen Pekerjaan Umum, kerusakan jalan dikarenakan oleh empat hal utama, yakni material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air.

Jadi berdasarkan uraian diatas, kemudian dijadikan alasan kami untuk melakukan penelitian ini dengan judul ***“Pengaruh Genangan Air Hujan Terhadap Kinerja Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)”***.

### **Metode Penelitian**

Penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari persiapan, pemeriksaan mutu bahan yang berupa agregat dan aspal, perencanaan campuran sampai tahap pelaksanaan pengujian dengan *Marshall Test* dan dengan variasi lama rendaman serta dengan suhu 60<sup>o</sup>C. Sebagaimana prabowo (2003) menjelaskan bahwa diantara metode yang digunakan dalam upaya mengetahui dan mengevaluasi pengaruh

air terhadap campuran perkerasan aspal adalah dengan pengujian marshall setelah dilakukan perendaman satu hari dalam air pada suhu 60°C.

Tahap pertama yang dilakukan ialah pemeriksaan air hujan. Sampel air hujan yang diambil berasal dari hujan yang terjadi di wilayah basecamp PT. PT. Nisajana Hasna Rizqy. Proses pengambilan sample air hujan dilakukan dengan cara membuat tempat penampungan air hujan di ruangan yang terbuka pada saat hujan turun. Strategi ini dilakukan dengan tujuan supaya air hujan yang digunakan tidak terkontaminasi dengan zat-zat lainnya. Pemeriksaan material dilakukan untuk memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Untuk pengujian bahan bitumen atau aspal, pada penelitian ini digunakan aspal penetrasi 60/70.

Pemeriksaan sifat fisik aspal yang dilakukan antara lain :

1. Pemeriksaan penetrasi aspal
2. Pemeriksaan titik leleh
3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar
4. Pemeriksaan penurunan berat minyak dan aspal
5. Pemeriksaan kelarutan aspal dalam karbon tetra klorida (CCL4)
6. Pemeriksaan daktilitas
7. Pemeriksaan berat jenis bitumen.

**Tabel 1. Perhitungan Jumlah Sample *Mix Design***

Kadar Aspal	Jumlah Sampel
5,0%	3 Buah
5,5%	3 Buah
6,0%	3 Buah
6,5%	3 Buah
7,0%	3 Buah

Dari keseluruhan sampel di atas, kemudian di cari Kadar aspal Optimum (KAO) untuk penentuan *mix formula* dengan menggunakan pengujian marshall yang meliputi nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VMA, FVA dan parameter. Setelah mendapatkan Kadar aspal Optimum (KAO) kemudian akan dibuat sampel kembali dengan kadar aspal optimum (KAO) yang selanjutnya akan direndam dalam air hujan

untuk dapat memberikan gambaran sejauh mana lamanya rendaman mempengaruhi karakteristik campuran aspal.

Perendaman dilakukan dengan dengan durasi waktu 1x24 jam,2x24 jam,3x24 jam,4x24 jam dan 5x24 jam masing-masing waktu perendaman dibutuhkan 3sampel. Langkah selanjutnya setelah perendaman ialah di uji dengan Marshall untuk kemudian mendapatkan hasil atau karakteristik campuran sehingga diketahui tingkat pengaruhnya terhadap lamanya perendaman.

## Hasil Dan Pembahasan

### A. Pengujian Material

#### 1. Hasil dan Analisis Pengujian Aspal

Dalam penelitian ini, aspal yang digunakan adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70. Aspal keras digunakan yang diambil dari AMP PT. Nisajana Hasan Rizqy.

**Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik aspal keras penetrasi 60/70**

No	Jenis Pemeriksaan	sat	Metode Uji	Spesifikasi		Hasil pemeriksaan
				Min	Max	
1	Penetrasi 25 <sup>o</sup> c,100gr, 5 detik	0,1 mm	SNI-06-2456-1991	60	79	65.5
2	Titik Lembek 5C	<sup>o</sup> C	SNI-06-2434-1991	48	58	48.4
3	Titik Nyala	<sup>o</sup> C	SNI-06-2433-1991	232	-	298
4	Titik Bakar	<sup>o</sup> C	SNI-06-2433-1991			325
5	Kehilangan Berat (dengan TFOT) Kelarutan dalam	%	SNI-06-2440-1991	-	0.4	0.04
6	C2HCL3	%	SNI-06-2438-1991	99	-	99
7	Daktalitas Penetrasi Setelah	cm	SNI-06-2432-1991	100	-	140
8	TFOT	%	SNI-06-2456-1991	75	-	75
9	Berat Jenis	gr/cc	SNI-06-2441-1991	1	-	1.024

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy

#### 2. Hasil dan Analisis Pengujian Agregat

Agar dapat mengetahui sifat-sifat atau karakteristik agregat, pada penelitian ini pengujian agregat yang dilakukan dari coar agregat, medium

agregat, stone dust, serta natural sand. Hal ini dikarenakan agregat yang digunakan bersumber atau diambil dari cold bin. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam Tabel 3 dan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus disajikan dalam Tabel 4.

**Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Bahan Agregat**

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Sat	Hasil	Spesifikasi
<b>1. Abu Batu</b>				
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,603	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,660	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	2,761	≥ 2,5
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	2,197	≤ 3,0
Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990	-	Lihat Tabel 7	
<b>2. Agregat Ukuran Maks. 1/2"</b>				
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2.610	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,666	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	2,765	≥ 2,5
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	2,141	≤ 3,0
Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990	-	Lihat Tabel 7	
<b>3. Agregat Ukuran Maks. 3/4"</b>				
Berat Jenis Curah ( <i>Bulk</i> )	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2.626	≥ 2,5
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,675	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	2,762	≥ 2,5
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	1,878	≤ 3,0
Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990	-	Lihat Tabel 7	

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

Ukuran Saringan		% Lolos Saringan		
Inchi	mm	Abu Batu	Agregat Ukuran maks 1/2"	Agregat Ukuran maks 3/4"
3/4"	19.10	100,00	100,00	100,00
1/2"	12.5	100,00	100,00	100,00
3/8"	9.52	100,00	100,00	80,25
#4	4.75	94,25	95,47	40,22
#8	2.36	82,75	81,55	20,15
#16	1.18	63,38	57,85	14,22
#30	0.600	42,85	43,32	7,36
#50	0.300	25,78	32,75	4,54
#100	0.150	12,22	20,67	1,35
#200	0.075	3,25	12,55	0,46
PAN		0	0	0

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy

## B. Analisa Rancangan Campuran

Terlebih dulu menentukan proporsi campuran agregat Laston AC-WC diperoleh dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*) dengan prosedur kerjanya sebagai berikut :

1. Memahami batasan gradasi yang disyaratkan
2. Memasukkan data spesifikasi yang disyaratkan

Setelah diperoleh komposisi campuran dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and error*), kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan persentase tertahan pada masing-masing saringan.

Proporsi Campuran AC – WC :

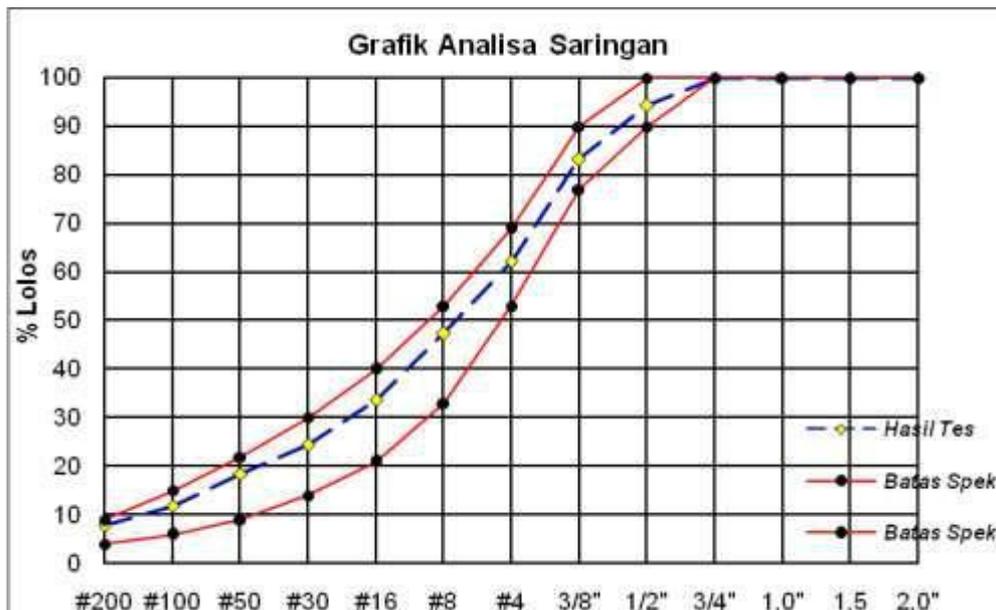
- a. Abu Batu :45%
- b. Agregat Ukuran Maks 3/4'' :38%
- c. Agregat Ukuran Maks 3/4'' :15%
- d. Filler : 2%

Sesuai dengan komposisi diatas, dilakukan penggabungan agregat yang disajikan dalam bentuk Tabel 5 berikut.

**Tabel 5. Rancangan campuran laston AC-WC.**

No.Saringan		Abu Batu (%)	Agregat			Spesifikasi Surf Agregat e Area	
Inchi	mm		maks.1/2 ''(%)	maks. 3/4''(%)	Gabunga n(%)	Ag	Area
3/4"	19.10	100,00	100,00	100,00	100,00	100	0,41
1/2"	12.5	100,00	100,00	100,00	94,26	90-100	0,41
3/8"	9.52	100,00	100,00	80,25	83,17	77-90	0,41
#4	4.75	94,25	95,47	40,22	62,23	53-69	0,41
#8	2.36	82,75	81,55	20,15	47,32	33-53	0,82
#16	1.18	63,38	57,85	14,22	33,60	21-40	1,64
#30	0.600	42,85	43,32	7,36	24,44	14-30	2,87
#50	0.300	25,78	32,75	4,54	18,55	9-22	6,14
#100	0.150	12,22	20,67	1,35	11,85	6-15	12,29
#200	0.075	3,25	12,55	0,46	7,81	4-9	32,77

Sedangkan untuk kurva gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Gradasi agregat gabungan AC-WC

### C. Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan KAO (*Mix Design*)

#### 1. Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana

Perkiraan awal dalam kadar aspal optimum direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K$$

Keterangan :

- Pb : Perkiraan Kadar Aspal Optimum  
CA : Nilai persentase agregat kasar  
FA : Nilai persentase agregat halus  
FF : Nilai persentase *Filler*  
K : Konstanta (kira-kira 0,5-1,0)

Hasil perhitungan Pb dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat.

Dari hasil campuran gabungan ketiga fraksi agregat di atas diperoleh kadar aspal dari 5% sampai 7% dengan tingkat kenaikan kadar aspal 0,5%. Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami overlap dari selang yang memenuhi semua spesifikasi dari parameter-parameter yang ditentukan dengan menggunakan standar Bina Marga, dimana ada 6 parameter yang harus dipenuhi, yaitu Stabilitas, Kelelahan (*Flow*), *Marshall Quotient* (MQ), Rongga terisi aspal (VFA), Rongga dalam Campuran (VIM) dan Rongga dalam agregat (VMA).

#### 2. Penentuan Berat Agregat dan Berat Aspal Dalam Campuran

Setelah Mendapatkan persentase masing-masing fraksi agregat dan aspal, maka ditentukan berat material untuk rancangan campuran dengan kapasitas mold yang ada. Contoh untuk campuran AC-WC sebagai berikut :

a. Kadar Aspal	=5,0%	
b. Kapasitas Mold	= 1200 gr	
c. Berat Aspal	= 5,0 % x 1200 gr	= 60 gr
d. Berat Total Agregat	= (100 – 5,0)% x 1200gr	= 1140 gr

Abu batu	= 45% x 1140 gr = 513.00 gr
Agregat ukuran mak. 1/2"	= 38% x 1142 gr = 433.20 gr
Agregat ukuran mak. 3/4"	= 15% x 1142 gr = 171.00 gr
Filler	= 2% x 1142 gr = 22.00 gr +
<b>Total Agregat</b>	<b>1140,00 gr</b>

### 3. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Material	Berat jenis	Berat jenis	Berat jenis
	kering udara	semu	efektif
	a	b	c = (a+b)/2
Abu Batu	2,603	2,761	2,682
Agregat Uk. Maks. 1/2"	2,610	2,765	2,687
Agregat Uk. Maks. 3/4"	2,626	2,762	2,694
Filler		3,134	
Aspal Pen 60/70		1,034	

Sumber.: Hasil Pengujian Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy

### D. Hasil Uji Marshall Penentuan Kadar Aspal Optimum (*Mix Design*)

Untuk memperoleh kadar aspal optimum (K.A.O) campuran Lapisan Aspal Beton (Laston), dalam penelitian ini digunakan kadar aspal mulai dari 5% sampai dengan 7% dengan tingkat kenaikan kadar aspal 0,5%. Data hasil pengujian dan analisa parameter Marshall disajikan pada tabel 7, selanjutnya kadar aspal optimum (K.A.O) ditentukan dengan mengguakan standar Bina Marga, dimana ada 6 parameter yang harus dipenuhi yaitu Stabilitas, Kelelehan (*Flow*), *Marshall Quotien* (MQ), rongga terisi aspal (VFB), rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA).

Tabel 7. Data hasil pengujian marshall untuk penentuan kao(*mix design*)

Karakteristik							
Marshall	Campura	Stabilitas	Flow	MQ	VIM	VMA	VFA
n		(kg)	(mm)	(kg/mm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)
Beraspal							
Spesifikasi	Min	800	3	250	3,5	15	65
	Maks	-	-	-	5,5	-	-
5		897,8	2,20	408,1	6,22	16,36	61,99
		887,2	2,30	385,7	6,16	16,31	62,23
		889,7	2,30	386,8	6,28	16,42	61,73
	<b>Rata-Rata</b>	<b>891,6</b>	<b>2,27</b>	<b>393,55</b>	<b>6,22</b>	<b>16,36</b>	<b>61,98</b>
5.5		897,8	3,00	299,3	5,55	16,81	66,98
		944,7	2,90	325,7	5,07	16,39	69,04
		966,6	3,20	302,1	4,91	16,24	69,79
	<b>Rata-Rata</b>	<b>936,4</b>	<b>3,03</b>	<b>309,03</b>	<b>5,18</b>	<b>16,48</b>	<b>68,60</b>
6		988,6	3,50	282,5	4,09	16,57	75,32
		1010,6	4,30	235,0	4,29	16,74	74,39
		1043,5	4,20	248,5	4,10	16,58	75,25
	<b>Rata-Rata</b>	<b>1014,2</b>	<b>4,00</b>	<b>255,31</b>	<b>4,16</b>	<b>16,63</b>	<b>73,61</b>
6,5		1153,4	4,20	274,6	3,04	16,70	87,60
		1164,4	4,50	258,7	3,07	16,73	83,26
		1142,4	4,50	253,9	3,28	16,91	72,52
	<b>Rata-Rata</b>	<b>1153,4</b>	<b>4,40</b>	<b>262,41</b>	<b>3,13</b>	<b>16,78</b>	<b>81,13</b>
7		1208,3	4,80	251,7	2,80	17,53	89,27
		1197,3	4,70	254,7	2,93	17,64	102,28
		1208,3	4,70	257,1	2,79	17,51	71,01
	<b>Rata-Rata</b>	<b>1204,6</b>	<b>4,73</b>	<b>254,52</b>	<b>2,84</b>	<b>17,56</b>	<b>87,52</b>

### E. Lama Perendaman Pengujian Serta Zat Cair Yang Digunakan

#### Lama Perendaman

Lamanya perendaman pada penelitian ini ditetapkan selama 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam dan 5 x 24 jam. Penentuan lamanya perendaman ini didasarkan pada RSNI M-06-2004 yang menyebutkan indeks perendaman interval 24 jam. Selain itu dasar penentuan lamanya perendaman ini didasarkan pada pengansumsian peneliti bahwa jalan yang terendam oleh air akibat hujan selama 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam dan 5 x 24 jam serta banjir yang menggenangi jalan akibat intensitas hujan yang tinggi.

## F. Perendaman Sampel Dalam Air Hujan Serta Pengujian Marshall

Media perendaman yang digunakan dalam sample penelitian adalah air hujan asli. Air hujan asli ini di simpan dalam tempat atau wadah khusus kemudian ditutup dengan rapat untuk mencegah penguapan yang akhirnya dapat meningkatkan kadar garam dalam air hujan tersebut. Selanjutnya Riyadi (2011) menjelaskan untuk bisa menilai bagaimana pengaruh rendaman air terhadap karakteristik campuran aspal, maka peneliti melakukan test pengujian dengan marshall dengan variasi waktu perendaman yang disesuaikan. Sebelum perendaman peneliti mengukur terlebih dahulu tinggi dan berat sampel setelah sampel dibuat guna untuk mendapatkan nilai volumetrik. sampel benda uji direndam dalam waterbath selama 30-40 menit pada suhu  $(60\pm 1)^{\circ}\text{C}$  dengan jumlah sampel yang direndam sebanyak 18 sampel.

## Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Material Campuran Aspal
  - a. Seluruh pemeriksaan aspal keras pen 60/70 telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2010.
  - b. Seluruh pemeriksaan agregat baik CA, MA, St. Dust, serta NA telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2010.
2. Penentuan Campuran Kadar Aspal Optimum (*mix design*)
  - a. Campuran kadar aspal optimum (KAO) atau campuran *mix formula* digunakan sebagai campuran yang akan direndam dalam air hujan dengan lama perendaman 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, 4 x 24 jam, dan 5 x 24 jam.
  - b. Kadar aspal untuk campuran *mix formula* yang digunakan untuk perendaman yaitu sebesar 5,8%.
3. Pengaruh Perendaman Air Hujan Terhadap Karakteristik Campuran
  - a. Stabilitas
    - 1) Semakin lama campuran aspal terendam air hujan, maka nilai stabilitas akan semakin menurun.
    - 2) Nilai stabilitas mengalami penurunan rata-rata sebesar 30 kg per tiap durasi perendaman atau sebesar 3,48% dari total nilai stabilitas.

- 3) Besarnya penurunan nilai stabilitas pada perendaman ini masih memenuhi spesifikasi telah di syaratkan dalam spesifikasi bina marga 2010 yang menetapkan nilai toleransi untuk stabilitas minimum 800kg.
- b. Kelelehan (*Flow*)
- 1) Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai kelelehan (*flow*) akan semakin menurun.
  - 2) Nilai kelelehan (*flow*) mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,06 mm per tiap durasi perendaman atau sebesar 1,93% dari total nilai kelelehan.
  - 3) Besarnya penurunan nilai kelelehan pada kedua jenis perendaman ini (air laut dan air hujan) sesuai yang telah di syaratkan dalam spesifikasi bina marga 2010 yang menetapkan nilai toleransi untuk kelelehan minimum 3 mm.
- c. Marshall Quotient (MQ)
- 1) Semakin lama campuran aspal terendam air hujan, maka nilai MQ akan semakin menurun.
  - 2) Nilai MQ mengalami penurunan rata-rata sebesar 4,20 kg/mm per tiap durasi perendaman atau sebesar 1,50% dari total nilai MQ.
  - 3) Besarnya penurunan nilai MQ pada perendaman ini masih memenuhi spesifikasi telah di syaratkan dalam spesifikasi bina marga 2010 yang menetapkan nilai toleransi untuk stabilitas minimum 250 kg/mm.
- d. Rongga Antar Agregat (*VMA*)
- 1) Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai VMA akan semakin meningkat.
  - 2) Nilai VMA mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,19% per tiap durasi perendaman atau sebesar 1,15% dari total nilai VMA.
  - 3) Besarnya penurunan nilai MQ pada perendaman ini masih memenuhi spesifikasi telah di syaratkan dalam spesifikasi bina marga 2010 yang menetapkan nilai toleransi untuk VMA minimum 15%.
- e. Rongga dalam campuran (*VIM*)
- 1) Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai VIM cenderung semakin meningkat.

- 2) Nilai VIM mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,2% per tiap durasi perendaman atau sebesar 4,10% dari total nilai VMA.
- 3) Besarnya penurunan nilai MQ pada perendaman ini masih memenuhi spesifikasi telah di syartkan dalam spesifikasi bina marga 2010 yang menetapkan nilai toleransi untuk VIM maksimum sebesar 5% dan minimum 3%. Dari semua hasil pengujian bahwa campuran *Asphalt Conctere – Wearing Course (AC-WC)* setelah direndam dengan air hujan pada durasi waktu perendaman 1x24 jam, 2x24 jam, 3x24 jam, 4x24 jam dan 5x24 jam masih dalam batas persyaratan yang ditentukan spesifikasi bina marga 2010.

## BIBLIOGRAFI

- Craus, Et al,. (1981). *Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to fillerType and Properties*, Proceedings of the Association of Asphalt Pavin Technologists, Asphalt Paving Technology, vol.5o pp. 293-315, UK.
- Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga. (1983). *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/Pt/B/1983*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1999). *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal DenganPendekatan Kepadatan Mutlak*
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2006). *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Jakarta
- Laboratorium Rekayasa Transportasi. (2009). *Penuntun Praktikum Laboratorium RekayasaTransportasi, edisi kelima*, Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Nurhudayah, Dato, dkk. (2009). *Studi Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Di Kota Gorontalo*, Simposium XII FSTPT, Universitas Kristen Petra Surabaya
- Prabowo, Agung Hari. (2003). *Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Terhadap Kinerja Laston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi*. Jurnal PILAR Vo. 12 Nomor 2: hal. 89 – 98.
- Riyadi, Aep. (2011). *Pengaruh Air Rob Terhadap Karakteristik Campuran Laston Modifikasi Untuk Lapis Permukaan (ACWC Modified)*, Universitas Indonesia.
- Revisi SNI 03-1737-1989. *Pedoman Tentang “Pelaksanaan lapis campuranberaspal panas” adalah pengganti dari SNI 03-1737-1989, Tata cara pelaksanaan laapis aspal beton (LASTON) untuk jalan raya* : Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Saodang,Hamirhan. (2005). *Konstruksi Jalan Raya, Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Buku 2.Cet. 1.Nova. Bandung.
- Sukirman.Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas, Edisi Kedua*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Tahir, Anas, dkk. (2003). *Kinerja Durabilitas Campuran Beton Aspal Ditinjau Dari Faktor Variasi Suhu Pemadatan Dan Lama Perendaman*, Smartek.