

## PERENCANAAN CAMPURAN HRS-WC MENGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG DARI SAMPEL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

<p><b>Riza Mahendra</b> Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya Hp. +6282329640007 Fax. (0536) 3226487 <a href="mailto:rizophoton@gmail.com">rizaphoton@gmail.com</a></p>	<p><b>Desriantomy</b> Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya Hp. +6281352766899 Fax. (0536) 3226487 desriantomy@yahoo.co.id</p>	<p><b>Timbun Untung</b> Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya Hp. +6285249018602 Fax. (0536) 3226487</p>
--	---	---

### Abstract

HRS-WC is gap graded hot mix asphalt using coarse and fine aggregate mixture. In this study, the aggregate coarse and fine aggregates were using recycled aggregate which were taken from the remaining of the concrete compressive strength test samples. The recycled aggregate taken from Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya was eligible to be used as HRS-WC mixture. This was proven by the results of the aggregates physical properties in form of density and absorption, abrasion, sand equivalent (SE) and clay content that met the specifications. The mixture composition with recycled aggregate in planning HRS-WC divided into 3 (three) compositions, which were Composition I, Composition II, and Composition III. Composition I and III did not meet specifications. Only Composition II met the specifications. Optimum bitumen content obtained was 6.6%. The stability specification value was 1,100 kg, flow 3.1 mm, VIM 4.1%, VFB 77 kg, and MQ 350 kg/mm.

**Keywords:** Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS-WC), Recycled Aggregate

### Abstrak

HRS-WC merupakan campuran aspal panas bergradasi senjang menggunakan campuran agregat kasar dan halus. Dalam penelitian ini, agregat kasar dan agregat halus menggunakan agregat daur ulang yang diambil dari sisa sampel pengujian kuat tekan beton. Agregat daur ulang yang diambil dari Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran HRS-WC. Hal ini dibuktikan dengan hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yang berupa berat jenis dan penyerapan, abrasi, *sand equivalent* (SE) dan kadar lempung yang memenuhi spesifikasi. Komposisi campuran dengan agregat daur ulang dalam perencanaan HRS-WC terbagi atas 3 (tiga) komposisi, yaitu Komposisi I, Komposisi II, dan Komposisi III. Komposisi I dan III tidak memenuhi spesifikasi. Hanya Komposisi II yang memenuhi spesifikasi. Kadar aspal optimum yang didapatkan adalah 6,6%. Nilai spesifikasi stabilitas sebesar 1.100 kg, flow sebesar 3,1 mm, VIM sebesar 4,1%, VFB sebesar 77 kg, dan MQ sebesar 350 kg/mm.

**Kata Kunci:** *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS-WC), Agregat Daur Ulang

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Campuran beraspal adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang berupa aspal. Ada beberapa jenis campuran aspal panas yang umum digunakan di Indonesia. Campuran aspal tersebut adalah AC (*Asphalt Concrete*) atau laston (lapis Aspal Beton),

HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), dan HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*) atau latasir (Lapis Tipis Aspal Pasir). Menurut Panduan Pelaksanaan Pekerjaan Jalan dan Jembatan (2010), HRS merupakan semua campuran bergradasi senjang yang menggunakan agregat kasar dan agregat halus. HRS ini kemudian terbagi menjadi dua macam campuran, yaitu HRS-Base (*Hot Rolled Sheet - Base*) dan HRS-WC (*Hot Rolled Sheet - Wearing Course*). Pada penelitian ini, jenis campuran yang digunakan adalah HRS-WC. Salah satu bahan untuk campuran beraspal adalah agregat. Sumber agregat dapat berasal dari alam, melalui proses pengolahan dan buatan. Agregat yang didapatkan dari alam tidak memerlukan banyak proses pengolahan, karena secara alami telah terbentuk dari proses erosi dan degradasi. Jenis yang kedua adalah agregat yang melalui proses pengolahan. Agregat ini didapatkan dari alam juga, namun bentuknya tidak sesuai dengan ukuran yang diinginkan, sehingga memerlukan proses pengolahan agar dapat digunakan sebagai agregat konstruksi perkerasan jalan. Terakhir adalah agregat buatan. Agregat ini diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu. Agregat ini dapat pula disebut agregat daur ulang yang pada penelitian ini merupakan sisa dari hasil proses pengolahan pemecahan beton struktural (Sukirman: 1995), yang dalam penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. HRS-WC merupakan campuran aspal panas bergradasi senjang menggunakan suatu campuran agregat kasar dan halus. Agregat kasar dan agregat halus menggunakan agregat daur ulang yang berasal dari sampel pengujian kuat tekton beton. Proses daur ulang diawali dengan memisahkan material yang dapat didaur ulang dan kemudian dilanjutkan dengan proses daur ulang. Proses ini akan menghasilkan material baru dan menguntungkan, karena material tersebut dapat digunakan kembali.

### **Perumusan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah agregat daur ulang dari lokasi Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran HRS-WC?
2. Bagaimana komposisi campuran dengan agregat daur ulang dalam perencanaan HRS-WC?
3. Berapakah nilai kadar aspal optimum dari campuran HRS-WC menggunakan agregat daur ulang?

### **Batasan Masalah**

Pembahasan dalam penelitian ini akan dibatasi pada penggunaan campuran aspal panas jenis HRS-WC. Penelitian ini bersifat pengujian laboratorium. Bahan yang digunakan:

1. jenis aspal yang digunakan adalah 60/70,
2. agregat yang digunakan berasal dari agregat daur ulang,
3. agregat daur ulang yang digunakan berasal dari pengujian kuat tekan beton di Laboratorium,
4. tidak memasukkan unsur kimia.

Spesifikasi yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah menggunakan spesifikasi standar yang ditetapkan Direktorat Jenderal Bina Marga. Pembuatan beda uji dilakukan dengan menggunakan Metode Marshall.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kelayakan agregat daur ulang pada campuran HRS-WC.
2. Untuk mengetahui komposisi campuran HRS-WC dengan agregat daur ulang.
3. Untuk mengetahui kadar aspal optimum campuran aspal panas jenis HRS.

## **METODE PENELITIAN**

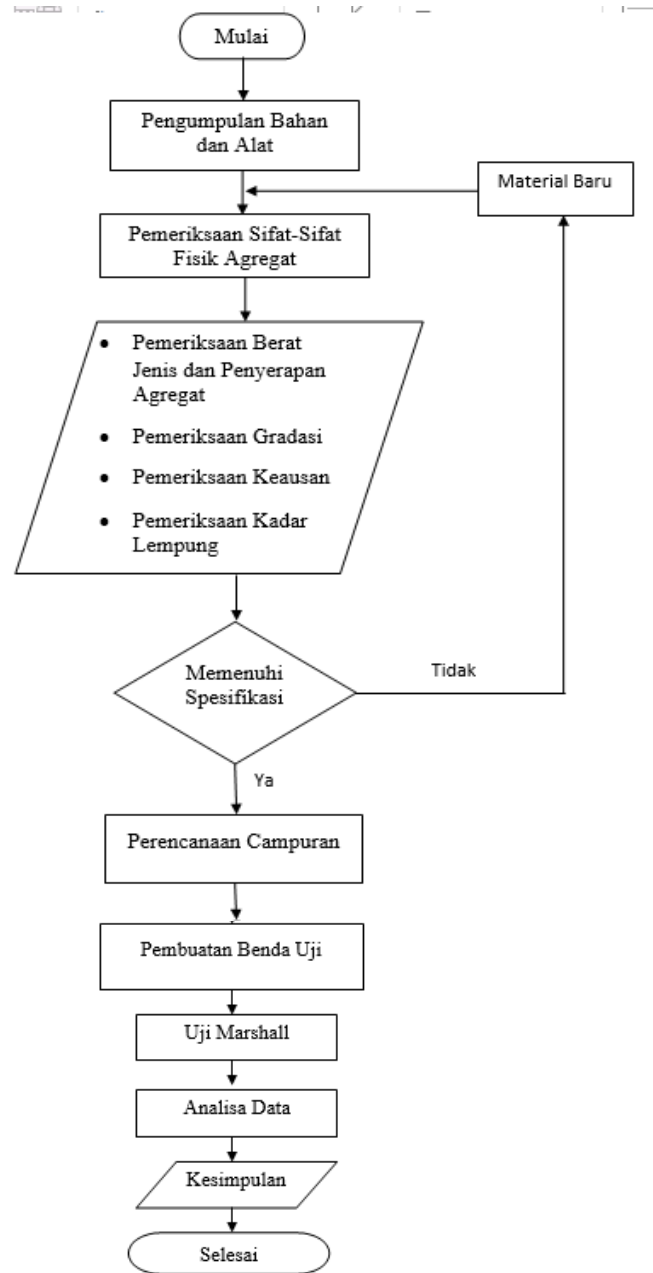
### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Laboratorium UPTD Pengujian Mutu Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi ini dipilih karena alat-alat yang diperlukan memadai dan sesuai dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Agregat daur ulang yang didapatkan berasal dari sampel hasil pengujian kuat tekan beton di Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

### **Pengumpulan Data**

Penyiapan bahan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Bahan yang akan diteliti dipersiapkan terlebih dahulu yang berupa agregat daur ulang yang berasal dari pengujian kuat tekan beton di Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan aspal penetrasi 60/70. Sampel agregat daur ulang yang akan digunakan diambil secara acak dan di hancurkan menggunakan alat mini *Stone Crusher* untuk dipecahkan menjadi gradasi yang lebih kecil. Alat-alat yang akan digunakan terdiri dari saringan, pengujian penetrasi, pengujian abrasi (keausan), pengujian berat jenis, pengering agregat, pengukur suhu, alat pencampur, pemisah agregat, dan *penguji sampel* (benda uji).

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat harus dilakukan pada suatu perencanaan campuran yang akan dipergunakan pada lapisan perkerasan. Agregat dapat digunakan untuk bahan perkerasan, apabila telah melalui pemeriksaan dan memenuhi persyaratan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pemeriksaan terhadap agregat tersebut dilakukan untuk memperoleh data yang digunakan pada perencanaan campuran. Adapun data yang diperlukan dalam perencanaan campuran meliputi pemeriksaan terhadap data gradasi agregat, berat jenis, dan penyerapan agregat, keausan agregat, dan kadar lempung yang terkandung dalam agregat.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisis Data dan Pembahasan

Pemecahan agregat daur ulang dilakukan di Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Pengujian agregat dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, meliputi pemeriksaan gradasi kasar,

agregat halus, dan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat. Lingkup penelitian ini meliputi pengujian sifat-sifat fisik agregat dan pengujian terhadap sifat fisik campuran aspal panas (HRS-WC) dengan menggunakan metode Asphalt Institute. Pengujian Marshall dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu.

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat antara lain berupa berat jenis, penyerapan, abrasi, *Sand Equivalent* (SE) dan kadar lempung dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat**

Pemeriksaan	Agregat Kasar	Abu Batu	Pasir	Spesifikasi
Berat Jenis (atas dasar kering oven)(gr/cm <sup>3</sup> )	2,39	2,42	2,62	-
Berat Jenis (SSD/kering permukaan)(gr/cm <sup>3</sup> )	2,46	2,49	2,62	-
Berat Jenis Semu (gr/cm <sup>3</sup> )	2,57	2,59	2,63	Min 2,5
Penyerapan (%)	2,90	2,73	0,20	Max 3
Keausan/Abrasi (%)	37,36	-	-	Max 40
<i>Sand Equivalent</i> (%)	-	87,40	89,02	Min 40

Sumber : Hasil Analisis (2014)

**Tabel 2. Proporsi Agregat Dalam Campuran**

Jenis Material	Persentase Terhadap Total Agregat (%)			Kadar Aspal (%)
	Komposisi I	Komposisi II	Komposisi III	
Agregat Kasar	56	56	56	5,5%; 6%; 6,5%; 7%; 7,5%
Abu Batu	11	13	15	
Pasir	33	31	29	

Sumber : Hasil Perhitungan Proporsi Campuran dan Kadar Aspal (2014)

Berdasarkan proporsi yang telah ditetapkan, selanjutnya dilakukan perhitungan berat material dan aspal untuk pembuatan benda uji. Rekapitulasi perhitungan berat material dan aspal dalam campuran berdasarkan proporsi dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Material Berat yang Digunakan**

Komposisi Campuran	Kadar Aspal	Berat material (gram)				
		Batu Pecah	Abu Batu	Pasir	Aspal	Total
		56%	11%	33%		

I	5,5%	672	132	396	70	1270
	6%	672	132	396	77	1277
	6,5%	672	132	396	83	1283
	7%	672	132	396	90	1290
	7,5%	672	132	396	97	1297
Komposisi Campuran	Kadar Aspal	Berat material (gram)				
		Batu Pecah 56%	Abu Batu 13%	Pasir 31%	Aspal	Total
II	5,5%	672	156	372	70	1270
	6%	672	156	372	77	1277
	6,5%	672	156	372	83	1283
	7%	672	156	372	90	1290
	7,5%	672	156	372	97	1297
Komposisi Campuran	Kadar Aspal	Berat material (gram)				
		Batu Pecah 56%	Abu Batu 15%	Pasir 29%	Aspal	Total
III	5,5%	672	180	348	70	1270
	6%	672	180	348	77	1277
	6,5%	672	180	348	83	1283
	7%	672	180	348	90	1290
	7,5%	672	180	348	97	1297

Sumber : Hasil Perhitungan Proporsi Campuran dan Kadar Aspal (2014)

Hasil tes Marshall untuk masing-masing Komposisi I, II dan III dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

**Tabel 4. Hasil Percobaan Tes Marshall Komposisi I**

HASIL PERCOBAAN MARSHALL																				
Kode	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
A1	5,5	5,82	1251,20	1258,70	695,20	572,50	2,186	2,321	11,64	82,54	5,82	17,46	65,64	5,82	71	1038,02	892,70	1,30	0,85	695,49
A2	5,5	5,82	1249,70	1261,50	676,90	584,60	2,138	2,321	11,38	80,73	7,88	18,27	59,08	7,88	74	1081,88	897,95	2,80	0,83	320,70
A3	5,5	5,82	1252,90	1260,70	692,20	568,50	2,204	2,321	11,73	83,23	5,03	14,77	69,89	5,03	64	893,68	804,68	2,60	0,85	309,49
Rata-rata													2,176	2,321	65,23	6,35	865,11	2,23	438,96	
B1	6	6,38	1280,10	1289,40	702,10	587,30	2,180	2,305	12,66	81,88	5,46	18,12	69,88	5,46	71	1038,02	840,80	2,30	0,81	345,56
B2	6	6,38	1283,87	1297,58	673,11	624,47	2,056	2,305	11,94	77,24	10,82	22,76	52,46	10,82	75	1094,50	833,34	2,60	0,76	320,52
B3	6	6,38	1287,14	1292,82	674,32	618,50	2,081	2,305	12,09	78,18	9,73	21,82	53,39	9,73	73	1067,26	811,12	2,10	0,76	386,25
Rata-rata													2,106	2,308	68,24	8,67	828,42	2,33	387,44	
C1	6,5	6,95	1248,10	1255,40	693,40	562,00	2,221	2,290	13,97	82,99	3,04	17,01	82,13	3,04	82	1198,84	1091,00	2,40	0,85	425,38
C2	6,5	6,95	1261,91	1274,22	688,55	605,67	2,083	2,290	13,11	77,85	9,04	22,15	59,20	9,04	82	1198,84	935,10	2,30	0,78	406,56
C3	6,5	6,95	1261,92	1271,61	672,15	599,46	2,105	2,290	13,25	78,66	8,09	21,34	62,08	8,09	69	891,05	718,43	2,60	0,78	276,52
Rata-rata													2,136	2,290	67,80	6,72	894,84	2,43	370,82	
D1	7	7,53	1292,40	1295,10	700,20	594,90	2,172	2,276	14,73	80,74	4,53	19,25	76,45	4,53	76	1111,12	900,01	2,50	0,81	345,15
D2	7	7,53	1272,75	1282,73	685,44	597,29	2,131	2,276	14,44	79,20	6,36	20,80	69,42	6,36	87	1271,84	1080,27	1,80	0,81	572,37
D3	7	7,53	1276,75	1287,35	687,75	599,60	2,150	2,276	14,43	79,14	6,43	20,86	69,18	6,43	98	1482,76	1117,55	2,10	0,78	532,17
Rata-rata													2,144	2,276	71,68	6,77	1015,94	2,17	483,67	
E1	7,5	8,11	1216,50	1220,50	695,40	525,10	2,317	2,261	16,82	85,64	-2,46	14,36	117,15	-2,46	84	1228,08	1178,66	2,00	0,86	589,48
E2	7,5	8,11	1256,00	1265,25	667,60	597,65	2,102	2,261	15,26	77,69	7,05	22,31	68,39	7,05	86	1257,32	1018,43	2,30	0,81	442,80
E3	7,5	8,11	1259,55	1269,07	669,10	599,97	2,099	2,261	15,24	77,61	7,15	22,39	68,07	7,15	92	1345,04	1049,13	2,10	0,78	499,59
Rata-rata													2,173	2,261	84,64	3,91	1082,17	2,13	510,02	

**KETERANGAN:**

Kode	kolom A = Kadar aspal terhadap campuran (%)	kolom I = (kolom A . Kolom G) / Bj. Aspal	kolom O = Pembacaan arloji stabilitas
I	= Jenis Batu Pecah	kolom B = Kadar aspal terhadap agregat (%)	kolom P = Kolom O x Kalibrasi alat
A	= Proporsi Agregat (%)	kolom C = Berat briket/benda uji (gr)	kolom Q = S tabilitas (lg)
1,2,3,4,5	= Variasi Kadar Aspal (%)	kolom D = Berat briket dalam keadaan jenuh (gr)	= kolom P x Koreksi benda uji
a,b,c	= Nomor urut briket dalam proporsi campuran	kolom E = Berat briket dalam air (gr)	kolom R = Kelelahan (mm)
		kolom F = Isi briket (gram) = (kolom D - kolom E)	kolom S = Angka koreksi
		kolom G = Berat isi briket = (kolom C / kolom F)	kolom T = Hasil bagi Marshall (kN/mm)
		kolom H = Berat jenis malisimum (Teoritis) (gr/cm <sup>3</sup> )	= kolom Q / kolom R

100



### komposisi III

**Tabel 5. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat Hasil Tes Marshall dengan Komposisi I**

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall						Keterangan
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)	
5,5	865,11	2,23	2,174	6,25	65,23	438,96	Tidak Memenuhi
6	828,42	2,33	2,104	8,67	59,24	357,44	Tidak Memenuhi
6,5	894,84	2,43	2,136	6,72	67,80	370,82	Tidak Memenuhi
7	1015,94	2,17	2,143	5,77	71,68	483,57	Tidak Memenuhi
7,5	1082,17	2,13	2,171	3,91	84,54	510,62	Tidak Memenuhi
Spek.	Min. 800	Min. 3	-	4-6	Min. 68	Min. 250	

Sumber: Pemeriksaan Laboratorium (2014)

Dari tabel 5 di atas terlihat bahwa stabilitas tertinggi sebesar 1082,17 kg diperoleh pada kadar aspal 7,5% namun flow yang dihasilkan sebesar 2,13 mm masih berada di bawah persyaratan spesifikasi (min.3). Stabilitas terendah yang dihasilkan yaitu sebesar 865,15kg Diperoleh pada kadar aspal 5,5% namun parameter Marshall lainnya (flow, VIM, VFB) tidak memenuhi persyaratan spesifikasi. Secara umum nilai stabilitas dan nilai MQ pada berbagai variasi kadar aspal memenuhi persyaratan spesifikasi, akan tetapi tidak satupun nilai flow yang memenuhi persyaratan spesifikasi.

**Tabel 6. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat Hasil Tes Marshall dengan Komposisi II**

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall						Keterangan
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)	
5,5	875,84	2,67	2,186	5,36	68,51	331,02	Tidak Memenuhi
6	911,07	3,07	2,194	4,40	74,57	300,10	Memenuhi
6,5	1242,12	3,20	2,176	4,53	75,19	389,89	Memenuhi
7	995,43	2,93	2,171	3,30	78,08	339,08	Tidak Memenuhi
7,5	914,09	2,93	2,160	3,64	79,61	311,64	Tidak Memenuhi
Spek.	Min. 800	Min. 3	-	4-6	Min. 68	Min. 250	

Sumber : Pemeriksaan Laboratorium (2014)

Dari Tabel 6, nilai tertinggi stabilitas yang dihasilkan sebesar 1242,12kg diperoleh kadar aspal 6,5% dan nilai flow, VIM, VFB, MQ memenuhi persyaratan spesifikasi. Stabilitas terendah yang dihasilkan sebesar 875,84kg diperoleh pada kadar aspal 5,5%



namun nilai flownya tidak memenuhi syarat spesifikasi. Secara umum terdapat dua kadar aspal yang memenuhi syarat yaitu sebesar 6% dan 6,5%, sedangkan yang lainnya tidak memenuhi syarat karena ada nilai flow dan VIM yang tidak memenuhi syarat spesifikasi.

**Tabel 7. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat Hasil Tes Marshall dengan Komposisi III**

Kadar Aspal (%)	Parameter Marshall						Keterangan
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)	
5,5	888,41	2,73	2,182	5,74	67,07	327,52	Tidak Memenuhi
6	833,24	2,43	2,182	5,11	71,28	343,12	Tidak Memenuhi
6,5	848,35	2,17	2,210	3,30	80,81	397,38	Tidak Memenuhi
7	930,32	2,10	2,204	2,90	83,78	449,37	Tidak Memenuhi
7,5	877,74	2,43	2,205	2,23	87,77	379,42	Tidak Memenuhi
Spek.	Min. 800	Min. 3	-	4-6	Min. 68	Min. 250	

Sumber : Pemeriksaan Laboratorium (2014)

Dari Tabel 7 di atas terlihat bahwa stabilitas tertinggi sebesar 930,32 kg diperoleh pada kadar aspal 7% namun flow dan VIM yang dihasilkan sebesar 2,10 mm dan 2,90% masih berada di bawah persyaratan spesifikasi (min.3 dan 4-6). Stabilitas terendah yang dihasilkan yaitu sebesar 833,24kg diperoleh pada kadar aspal 6%. Secara umum nilai stabilitas dan MQ memenuhi syarat tetapi nilai flow, VIM dan VFB tidak memenuhi syarat spesifikasi dan tidak ada satu pun nilai flow yang memenuhi persyaratan spesifikasi.

Kadar aspal yang digunakan dalam campuran di lapangan adalah kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum menjadi persyaratan mutlak dalam setiap campuran HRS-WC. Kadar aspal optimum dari campuran HRS-WC yang menggunakan agregat daur ulang harus memenuhi persyaratan spesifikasi nilai stabilitas, flow, VIM, VFB, dan MQ. Kadar aspal optimum yang didapatkan pada penelitian ini adalah 6,6% berdasarkan Komposisi II (CA=56%; FA;13%; dan SA=31%). Nilai Parameter Marshall yang di dapat adalah stabilitas sebesar 1.100 kg, flow sebesar 3,1 mm, VIM sebesar 4,1%, VFB sebesar 77 kg, dan MQ sebesar 350 kg/mm.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Penelitian yang dilakukan di laboratorium tentang campuran HRS-WC dengan menggunakan agregat daur ulang menghasilkan kesimpulan untuk menjawab rumusan

masalah yang terdapat pada Bab I. Dari pembahasan pada Bab IV, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Agregat daur ulang dari lokasi Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran HRS-WC. Hal ini dibuktikan dengan hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yang berupa berat jenis, penyerapan, abrasi, *sand equivalent* (SE) dan kadar lempung yang memenuhi spesifikasi.
2. Komposisi campuran dengan agregat daur ulang dalam perencanaan HRS-WC terbagi atas 3 (tiga) komposisi, yaitu Komposisi I (CA=56%; FA=11%; SA=33%), Komposisi II (CA=56%; FA=13%; SA=31%), dan Komposisi III (CA=56%; FA=15%; SA=29%). Komposisi I dan III tidak memenuhi spesifikasi. Hanya Komposisi II yang memenuhi spesifikasi.
3. Kadar aspal optimum dari campuran HRS-WC yang menggunakan agregat daur ulang harus memenuhi persyaratan spesifikasi nilai stabilitas, flow, VIM, VFB, dan MQ. Kadar aspal optimum yang didapatkan pada penelitian ini adalah 6,6%. Nilai spesifikasinya adalah stabilitas sebesar 1.100 kg, flow sebesar 3,1 mm, VIM sebesar 4,1%, VFB sebesar 77 kg, dan MQ sebesar 350 kg/mm.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Amiruddin, A. A., S. A. A. Sasmita, N. Ali, I. Renta. 2012. "Kajian Eksperimental Campuran HRS-WC dengan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks Sebagai Bahan Pengikat" dalam *Proceeding Konferensi Nasional Teknik Sipil 6 Universitas Trisakti* (Jakarta, 1-2 November 2012).
- Anonim. 2010. *Panduan Pelaksanaan Pekerjaan Jalan dan Jembatan, Divisi 5: Perkerasan Berbutir, Divisi 6: Perkerasan Aspal, Divisi 7: Struktur*. Jakarta: Satuan Kerja Direktorat Jalan dan Jembatan Wilayah Timur, hal 38 – 47.
- El-Reedy, M. A. 2012. *Reinforced Concrete Structural Reliability*. Taylor and Francis Group: CRC Press, Boca Raton.
- Ervianto, I. W. 2012. *Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau, Perencanaan, Pengadaan, Konstruksi, dan Operasi*. Yogyakarta: Andi Offset, hal 49 -64.
- Santoso, A. B. 2003. *Pengujian Keawetan Campuran Beraspal yang Mengandung Agregat Daur Ulang Berdasarkan Sifat-Sifat Tarik Tak Langsung*. Tugas Akhir untuk derajat Sarjana Teknik, Universitas Gadjah Mada. (tidak dipublikasikan).
- Silalahi, B. Sh. 2006. *Penelitian Penggunaan Agregat Daur Ulang Dalam Campuran Beton Baru*. Tugas Akhir untuk derajat Sarjana Teknik, Universitas Diponegoro. (tidak dipublikasikan).
- Soedarsono, D. U. 1979. *Konstruksi Jalan Raya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum,.
- Sukirman, S. 1995. *Perkerasan Jalan Lentur*. Bandung: Nova, hal 1 – 240.