

KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL AC-WC MENGGUNAKAN SERAT SELULOSA TUMBUHAN RESAM

Indri Cahyanti¹, Desy Yofianti^{1,a}, Yayuk Apriyanti¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Desa Balunujuk Kecamatan Merawang Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. 33172

^aemail korespondensi: desyyofianti@gmail.com

ABSTRAK

Untuk mendapatkan campuran beraspal yang kuat dan tahan lama serta berdaya tahan tinggi terhadap deformasi plastis dapat digunakan bahan tambah berupa serat selulosa. Salah satu tumbuhan yang memiliki serat selulosa dan berpotensi sebagai bahan substitusi aspal adalah resam. Tumbuhan resam ini banyak terdapat di Desa Dendang Kabupaten Bangka Barat. Kelebihan dari batang resam adalah tidak mudah putus dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik dan nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran AC-WC dengan menggunakan serat resam sebagai substitusi aspal. Spesifikasi yang digunakan adalah spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018. Ada 4 variasi penggunaan serat resam, yaitu 0%, 3%, 5%, dan 7%, dengan 5 macam variasi kadar aspal (4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%). Jumlah benda uji yang dibutuhkan adalah 60 buah dengan 15 buah benda uji untuk setiap variasi serat resam. Karakteristik campuran terdiri dari 6 indikator (VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Kelelahan, dan MQ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak semua karakteristik campuran AC-WC dengan variasi penambahan serat resam memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Nilai KAO diperoleh pada variasi 0% SR dengan kadar aspal 6,5%, 3% SR dengan kadar aspal 6,25%, dan 5% dengan kadar aspal 6,5%. Jadi, serat resam dapat digunakan sebagai bahan substitusi aspal pada campuran AC-WC dengan persentase 3% dan 5%.

Kata kunci: AC-WC, campuran aspal, serat selulosa, resam

PENDAHULUAN

Salah satu bahan campuran beraspal adalah aspal. Aspal merupakan bahan pengikat yang berfungsi untuk mengikat material-material lain yang ada pada campuran. Untuk meningkatkan kualitas aspal, salah satu caranya adalah dengan meningkatkan kualitas sifat-sifat fisik aspal itu sendiri. Untuk mendapatkan campuran beraspal yang kuat dan tahan lama serta berdaya tahan tinggi terhadap deformasi plastis dapat digunakan bahan tambah berupa serat selulosa. Serat selulosa diperoleh dari tumbuhan terutama pada bagian batang, daun, buah, dan biji. Serat selulosa tersebut berfungsi untuk menyerap aspal, memperkuat kekuatan adhesi dan dapat menstabilkan serta memperkuat aspal (Salim, 2010).

Tumbuhan yang memiliki serat selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan campuran beraspal adalah resam. Tumbuhan resam ini banyak terdapat di Desa Dendang Kecamatan Kelapa Kabupaten Bangka Barat Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Tumbuhan resam yang digunakan ditampilkan pada Gambar 1. Batang resam dapat dijadikan bahan baku kerajinan tangan anyaman resam, seperti tas dan peci. Kelebihan dari batang resam adalah tidak mudah putus dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Tumbuhan resam di Desa Dendang belum pernah dimanfaatkan sebagai bahan campuran beraspal.

Penelitian sebelumnya tentang campuran beraspal yang menggunakan serat tumbuhan sudah dilakukan (Ali, 2013; Fathoni, dkk., 2013; Sulistia, 2017), termasuk juga penggunaan serat tumbuhan sebagai salah satu bahan campuran beton (Marbawi dan Gunawan, 2015).

Penggunaan serat selulosa tumbuhan resam pada campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah (Marbawi dan Gunawan, 2015).

Campuran beraspal yang menggunakan serat enceng gondok dengan variasi 3%, 5%, dan 7% pada campuran laston menunjukkan bahwa pada variasi 7% enceng gondok, hampir semua parameter marshall mengalami peningkatan yaitu: nilai stabilitas, nilai VIM, nilai VMA, dan nilai MQ. Sebaliknya penurunan nilai parameter marshall pada kadar aspal 3% yaitu: nilai VFA dan nilai *flow* (Hartantyo dan Hepiyanto, 2018).

Penelitian yang sama terhadap serat enceng gondok pada campuran laston dengan menggunakan kadar aspal yang sama, tetapi persentase enceng gondok yang berbeda juga dilakukan (Intanti dan Lubis, 2018). Variasi persentase serat enceng gondok yang digunakan, yaitu: 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semua nilai parameter uji marshall terpenuhi pada variasi persentase penambahan 6% enceng gondok. Nilai parameter marshall ada yang mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai VFA (*Voids Filled Asphalt*) tertinggi diperoleh pada variasi 6% enceng gondok. Nilai VIM dan VMA tertinggi didapatkan pada variasi 10% enceng gondok (Intanti dan Lubis, 2018).

Selanjutnya, campuran HRS-BC yang menggunakan serat enceng gondok pada KAO 7,319% dengan menggunakan 5 variasi persentase serat enceng gondok (0%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%) menunjukkan bahwa pada variasi penambahan 3% enceng gondok, semua parameter marshall dapat terpenuhi (Prasetyo dan Arif, 2018).

Campuran *Split Mastic Aspal* (SMA) dengan menggunakan bahan tambah selulosa (dedak padi)

menunjukkan adanya peningkatan kinerja campuran beton aspal. Campuran SMA menggunakan 7% dedak padi dengan kadar aspal sebesar 6% - 7% memenuhi semua parameter marshall (Tahir, 2011).



Gambar 1. Tumbuhan Resam

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan serat resam sebagai bahan substitusi aspal pada campuran AC-WC.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan campuran AC-WC pada penelitian ini yaitu: aspal penetrasi 60/70, agregat kasar dan halus, filler abu batu serta serat resam yang diperoleh dari Desa Dendang, Kecamatan kelapa, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Variasi persentase aspal yang digunakan adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, sedangkan variasi persentase penggunaan serat resam (SR) adalah 0%, 3%, 5% dan 7%. Jumlah benda uji sebanyak 60 buah.

Persiapan Serat Resam

Persiapan serat resam dilakukan dalam 6 tahapan. Tahap pertama pembuangan daun resam (pembuangan daun resam dilakukan dengan menggunakan pisau, dengan cara memotong daun resam yang menempel pada batang resam). Tahap kedua pembersihan batang resam (pembersihan resam dilakukan dengan cara dengan pencucian resam dengan air yang mengalir yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel).

Tahap ketiga pengelupasan kulit resam dengan menggunakan pisau. Pengelupasan ada dua tahap yaitu tahap pertama adalah mengelupaskan kulit luar pada batang resam dan kemudian baru membuang kulit dalam batang resam sehingga didapatkan serat dalam batang resam yang akan digunakan). Tahap keempat perendaman serat resam dalam air selama \pm 3 hari. Perendaman serat resam berfungsi untuk menghilangkan getah yang menempel pada serat resam dan juga agar serat resam yang didapatkan menjadi lebih kuat.

Tahap kelima penjemuran serat resam. Pengeringan serat resam dilakukan dengan cara menjemur serat resam dibawah sinar matahari dengan menggunakan talam besi. Penjemuran dilakukan hingga didapatkan

resam yang kering tanpa ada kandungan air). Tahap terakhir adalah pemotongan serat resam. Resam yang sudah melewati 5 tahap sebelumnya kemudian dipotong-potong dengan menggunakan pisau atau gunting dengan ukuran kurang lebih 3 - 6 mm).

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal AC-WC disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Laston (AC) WC.

Ukuran Ayakan		Laston (AC)
ASTM	mm	WC
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	0,6	14-30
No.50	0,3	9-22
No.100	0,15	6-15
No.200	0,075	4-9

Sumber: Kementerian PUPR, 2018

Sifat fisik resam adalah sifat-sifat yang dapat diamati secara kasar mata (Hartanto, dkk. 2015):

1. Warna, umumnya warna isi batang resam adalah coklat, semakin tua umur resam, maka isi batang resam akan semakin berwarna coklat gelap bahkan kehitam-hitaman. Semakin banyak kandungan air pada batang resam, maka warna isinya akan semakin gelap;
2. Kilap, isi batang resam memiliki keunikan tersendiri karena memiliki tingkat kilap yang tinggi seperti di finish;
3. Bau, kesegaran resam tersebut digambarkan dengan bau yang mengesankan bau lingkungan hutan;
4. Berat, berat isi batang resam tergantung pada kandungan air yang terkandung. Semakin kering maka akan semakin ringan;
5. Ukuran, ukuran dimensi isi batang resam saat belum dikupas adalah 3-4mm dengan panjang mencapai 7m tergantung saat pengambilan. Ukuran isi batang resam setelah dikupas ruas atas adalah lebar 2-4mm dan tebal 1,5-2,5mm;
6. Ruas, isi batang resam memiliki 3 ruas, yaitu 1 ruas atas dan 2 ruas bawah. Ruas atas mudah untuk di kelupas, berbeda dengan 2 ruas bawah yang memiliki serat yang terbagi antara kiri dan kanan. Ruas ini mempengaruhi proses pengelupasan karena struktur yang menyatu.

Perhitungan perkiraan kadar aspal menggunakan persamaan 1 (Kementerian PUPR, 2018; Sukirman, 2003):

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

Pb adalah perkiraan kadar aspal optimum, CA adalah nilai persentase agregat kasar, FA adalah persentase agregat halus, FF adalah nilai persentase filler, serta K adalah konstanta (kira-kira 0,5 - 1,0).

Persyaratan AC-WC berdasarkan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan sifat-sifat campuran laston (AC) WC

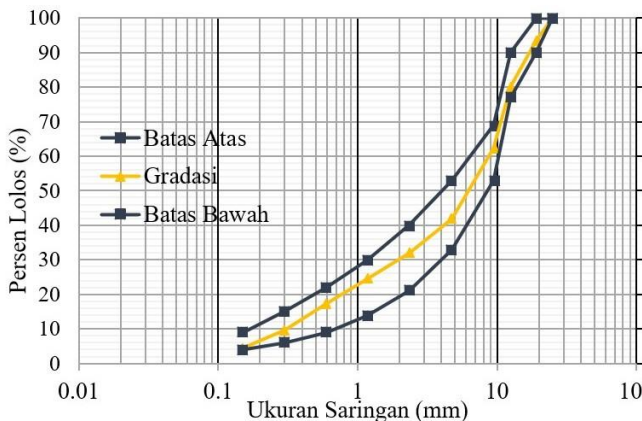
Sifat-sifat campuran	AC-WC (Lapis Aus)	
Jumlah tumbukan per bidang	75	
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6
	maks	1,2
rongga dalam campuran (%)	Min	3,0
	maks	5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15
Rongga terisi aspal (%)	min	65
Stabilitas marshall (kg)	min	800
Pelelehan (mm)	Min	2
	maks	4
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam.60 °C	Min	90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	min	2

Sumber: Kementerian PUPR, 2018

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gradasi Agregat Campuran AC-WC

Grafik gradasi agregat campuran AC-WC dapat dilihat pada Gambar 2. Gradasi agregat campuran memenuhi spesifikasi karena berada dalam batas atas dan batas bawah gradasi campuran AC-WC.



Gambar 2. Gradasi Agregat Campuran AC-WC

Analisis Hasil Pengujian Serat Resam

Pengujian serat resam meliputi pH, kadar air, dan lolos ayakan No.20 ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian Serat Resam

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Persyaratan	Hasil
1.	pH		6,5-7,5	7,1
2.	Kadar Air	%	Maks.5	3,432
3.	Lolos Ayakan No.20	%	75-95	78,958

Hasil pengujian menunjukkan bahwa serat resam yang digunakan memenuhi semua persyaratan dalam Spesifikasi Bina Marga tahun 2018.

Analisis Karakteristik Marshall Campuran AC-WC Menggunakan Serat Resam

Hasil Pengujian marshall dengan penggunaan serat selulosa tumbuhan resam sebagai substitusi aspal dengan variasi persentase serat resam (SR) sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% diuraikan sebagai berikut. Karakteristik Marshall yang dianalisis terdiri dari 6 parameter, yaitu: VMA, VIM, VFB, Stabilitas, flow, dan MQ.

Hasil analisis *marshall* 0% serat resam (SR) disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis *marshall* 0% (tanpa serat resam)

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Standar Mutu	Kadar Aspal				
				4,5	5	5,5	6	6,5
1	Density	gr/cm ³	-	2,374	2,411	2,451	2,425	2,438
2	VMA	%	Min 15	16,785	15,877	14,909	16,186	16,151
3	VFB	%	Min 65	45,148	55,039	66,631	67,802	73,944
4	VIM	%	3-5	9,210	7,143	4,985	5,338	4,224
5	Stabilitas	kg	Min 800	3308,736	2784,233	3409,174	3288,570	3479,552
6	Flow	mm	Min 2-4 Maks	3,747	3,170	3,010	3,220	3,143
7	MQ	kg/mm	Min 250	883,328	910,026	1127,291	1019,235	1105,581

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa nilai *density* dengan kadar aspal 4,5% , 5% dan 5,5% cenderung mengalami kenaikan, namun pada kadar aspal 6% mengalami penurunan dan kembali mengalami kenaikan pada kadar aspal 6,5%.

Nilai VMA yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 (minimal 15%) adalah pada kadar aspal 4,5%, 5%, 6% dan 6,5%, sedangkan pada kadar aspal 5% nilai VMA tidak memenuhi persyaratan.

Nilai VFB pada kadar aspal 5,5%, 6%, dan 6,5% memenuhi persyaratan, sedangkan pada kadar aspal 4,5% dan 5% tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Nilai VIM pada kadar aspal 5,5% dan pada kadar aspal 6,5% memenuhi persyaratan. Untuk kadar aspal 4,5%, kadar aspal 5% dan kadar aspal 6% tidak memenuhi persyaratan.

Nilai stabilitas pada campuran AC-WC dengan menggunakan 0% serat resam untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan. Nilai *flow* pada campuran AC-WC dengan menggunakan 0% serat resam memenuhi persyaratan.

Nilai MQ pada campuran AC-WC dengan menggunakan 0% serat resam untuk semua kadar aspal memenuhi semua persyaratan.

Hasil analisis *marshall* 3% serat resam (SR) disajikan dalam Tabel 5. Dari Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai *density* pada campuran AC-WC dengan serat resam 3% dan kadar aspal 5% mengalami kenaikan. Pada kadar aspal 5,5% mengalami nilai yang tetap, namun pada kadar aspal 6% mengalami penurunan dan kembali mengalami kenaikan pada kadar aspal 6,5%.

Tabel 5. Hasil analisis *marshall* pada pemakaian 3% serat resam

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Standar Mutu	Kadar Aspal				
				4,5	5	5,5	6	6,5
1	Density	gr/cm ³	-	2,447	2,453	2,453	2,447	2,461
2	VMA	%	Min 15	14,233	14,428	14,837	15,443	15,363
3	VFB	%	Min 65	54,864	61,631	66,984	70,981	78,390
4	VIM	%	3-5	6,427	5,543	4,904	4,498	3,324
5	Stabilitas	kg	Min 800	3351,683	3415,923	3018,490	2790,575	2977,170
6	Flow	mm	Min 2-4 Maks	3,620	3,343	3,487	3,700	3,383
7	MQ	kg/mm	Min 250	947,424	1035,125	863,618	755,605	889,777

Nilai VMA pada kadar aspal 6% dan kadar aspal 6,5% memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018. Nilai VFB pada kadar aspal 5,5%, 6%, dan 6,5% memenuhi persyaratan. Untuk nilai VMA pada kadar aspal 4,5% dan kadar aspal 5% tidak memenuhi persyaratan. Nilai VIM pada kadar aspal 5,5%, 6%, dan 6,5% memenuhi persyaratan, namun pada kadar aspal 4,5% dan 5% tidak memenuhi persyaratan.

Nilai stabilitas dengan serat resam 3% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan. Nilai flow dengan serat resam 3% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Nilai MQ dengan serat resam 3% untuk semua kadar aspal memenuhi semua persyaratan.

Hasil analisis *marshall* 5% serat resam (SR) disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis *marshall* pada pemakaian 5% serat resam

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Standar Mutu	Kadar Aspal				
				4,5	5	5,5	6	6,5
1	Density	gr/cm ³	-	2,491	2,480	2,468	2,471	2,458
2	VMA	%	Min 15	12,685	13,463	14,299	14,616	15,467
3	VFB	%	Min 65	62,755	66,896	69,942	75,733	77,778
4	VIM	%	3-5	4,738	4,479	4,303	3,564	3,443
5	Stabilitas	kg	Min 800	3370,248	3188,087	3269,666	3318,961	3447,793
6	Flow	mm	Min 2-4 Maks	3,537	3,510	3,437	3,630	3,683
7	MQ	kg/mm	Min 250	959,779	914,789	955,834	914,845	937,968

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *density* dengan kadar serat resam 5% serta kadar aspal 4,5%, 5%, dan 5,5% mengalami penurunan. Namun pada kadar aspal 6% nilai stabilitas mengalami kenaikan dan kembali mengalami penurunan pada kadar aspal 6,5%.

Nilai VMA pada kadar aspal 6,5% memenuhi persyaratan, sedangkan untuk kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Nilai VFB pada kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 65%. Namun, nilai VMA pada kadar aspal 4,5% tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan. Nilai VIM dengan serat resam 5% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu 3 – 5%.

Nilai stabilitas dengan serat resam 5% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan. Nilai flow dengan serat resam 5% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu sebesar 2 - 4 mm. Nilai MQ pada campuran AC-WC dengan serat resam 5% untuk semua kadar aspal memenuhi semua persyaratan.

Hasil analisis *marshall* 7% serat resam (SR) disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis *marshall* pada pemakaian 7% serat resam

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Standar Mutu	Kadar Aspal				
				4,5	5	5,5	6	6,5
1	Density	gr/cm ³	-	2,481	2,472	2,455	2,491	2,472
2	VMA	%	Min 15	13,035	13,740	14,758	13,926	14,970
3	VFB	%	Min 65	60,810	65,185	67,382	80,113	80,825
4	VIM	%	3-5	5,119	4,784	4,817	2,786	2,876
5	Stabilitas	kg	Min 800	2833,854	2816,597	2951,102	3250,100	2809,716
6	Flow	mm	Min 2-4 Maks	3,020	2,833	3,343	3,617	2,780
7	MQ	kg/mm	Min 250	940,522	997,658	886,232	920,023	1045,181

Nilai *density* pada campuran AC-WC dengan serat resam 7% dan kadar aspal 4,5%, 5%, dan 5,5% mengalami penurunan. Namun pada kadar aspal 6% nilai stabilitas mengalami kenaikan dan kembali mengalami penurunan pada kadar aspal 6,5%.

Nilai VMA dengan 7% serat resam untuk semua kadar aspal tidak memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 14%. Nilai VFB pada kadar aspal 5,5%, 6%, dan 6,5% memenuhi persyaratan. Namun, pada kadar aspal 4,5% dan 5% tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan. Nilai VIM dengan serat resam 7% pada kadar aspal 5% dan 5,5% memenuhi persyaratan, namun pada kadar aspal 4,5%, 6%, dan 6,5% tidak memenuhi persyaratan.

Nilai stabilitas dengan serat resam 7% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan. Nilai flow dengan kadar serat resam 7% untuk semua kadar aspal memenuhi persyaratan. Nilai MQ dengan serat resam 7% untuk semua kadar aspal memenuhi semua persyaratan.

Analisis Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum diperoleh dengan menentukan nilai tengah dari rentang koridor aspal yang memenuhi seluruh persyaratan spesifikasi dan nilai karakteristik *marshall* menurut Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018. Nilai KAO untuk setiap variasi penambahan serat resam pada campuran AC-WC dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan bahwa kadar aspal optimum (KAO) dapat diperoleh pada campuran dengan persentase 0%, 3% dan 5% serat resam dengan masing-masing kadar aspal optimum yaitu 6,5%, 6,25% dan 6,5%. Namun pada variasi 7% serat resam tidak dapat ditentukan nilai KAO-nya. Hal ini disebabkan pada variasi tersebut tidak semua parameter *marshall* yang memenuhi spesifikasi. Nilai parameter yang tidak memenuhi spesifikasi tersebut adalah nilai VMA.

Tabel 8. Rekapitulasi nilai Kadar aspal optimum (KAO)

No.	Jenis Campuran	Nilai KAO (%)	Keterangan
1	AC-WC 0% serat resam	6,50	Memenuhi Spesifikasi
2	AC-WC 3% serat resam	6,25	Memenuhi Spesifikasi
3	AC-WC 5% serat resam	6,50	Memenuhi Spesifikasi
4	AC-WC 7% serat resam	-	Tidak Memenuhi Spesifikasi

KESIMPULAN

Serat resam dengan persentase sebanyak 3% dan 5% dapat digunakan sebagai substitusi aspal pada campuran AC-WC karena memenuhi semua persyaratan nilai karakteristik marshall yang ditentukan (VIM, VMA, VFB, stabilitas, kelelahan, dan MQ).

Nilai kadar aspal optimum (KAO) diperoleh pada variasi 0% serat resam dengan kadar aspal 6,5%, 3% serat resam dengan kadar aspal 6,25%, dan 5% serat resam dengan kadar aspal 6,5%. Namun, untuk variasi campuran 7% serat resam tidak dapat ditentukan nilai KAO karena ada nilai karakteristik marshall (VMA) tidak memenuhi persyaratan.

REFERENSI

- Ali, N., 2013, *Studi Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal Porous Liquid Asbuton (108M)*, Prosiding, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, 24-26 Oktober 2013 di Surakarta,
- Fathoni, Z., Hafindo, F.Y., Pratama, G.S., Gusri, R., Yusri, J., dan Purnama, 2013, *Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Perkerasan Asphalt Concrete-Wearing Coarse (AC-WC) Untuk Mengurangi Keretakan Akibat Gempa*, 9 (1), hal 1-9.
- Hartanto, S., Rosaline, dan Baskoro, A., 2015, *Pemanfaatan Serat Alami Resam Dalam Perancangan Aksesoris Rumah*, Dimensi, 12 (2), hal 147-160.
- Hartantyo, S.D. dan Hepiyanto, R., 2018, *Studi Bahan Tambah Serat Eceng Gondok Pada Laston Tipe XI Terhadap Indeks Marshall Test Menggunakan Kerikil Mantup*, Penelitian Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNISLA, Lamongan.
- Intanti, E.Y.R. dan Lubis, Z., 2018, *Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Alternatif Admixture Pada Laston Tipe XI SNI 03-1737-1989 Ditinjau Terhadap Nilai – Nilai Uji Marshall*, Jurnal CIVILLA, 3 (2), hal 154-160.
- Kementerian PUPR, 2018, *Spesifikasi Umum – Devisi 6 Perkerasan Aspal*, Kementerian Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Marbawi dan Gunawan, I., 2015, *Pemanfaatan Serat Resam Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton*, Fropil, 3 (2), hal 96-106.
- Presetyo, H. dan Arif, S., 2018, *Studi Pencampuran Serat Eceng Gondok Sistem Hot Rolled Sheet*

BC Spesifikasi Seksi-6 : 2010 Bina Marga, Jurnal CIVILLA, 3 (2), hal 146-153.

- Salim, N., 2010, *Pertambahan Umur Perkerasan Jalan Akibat Pengaruh Penambahan Serat Selulosa Pada Lapis Aspal Beton*, Hasil Penelitian Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jawa Timur.
- Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Sulistia, A., 2017, *Pengembangan Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Menggunakan Bahan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Dengan Serat Selulosa Alami Dedak Padi*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah.
- Tahir, A., 2011, *Kinerja Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Yang Menggunakan Serat Selulosa Alami Dedak Padi*, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi, 1 (1), hal. 24-27