

STUDI PENCAAMPURAN SERAT ECENG GONDOK SISTEM *HOT ROLLED SHEET* BC SPESIFIKASI SEKSI-6 : 2010 BINA MARGA

Heru Prasetyo¹ ; Samsul Arif²

¹) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

²) Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

Email : heruprash@gmail.com; samsularif90an@gmail.com

Abstract

HRS-BC (Hot Roller Sheet) is a type of flexible pavement construction because it uses asphalt as a binder between the aggregates. This study uses water hyacinth as a substitute for cellulose fiber in the mixture of HRS-BC. The purpose of this study is to determine the effect of water hyacinth cellulose fiber in HRS mixture to the Marshall characteristics. This research uses trial and error method, resulting 7.19 % asphalt content to the total aggregate weight with the variation of cellulose fibers are 3%, 4%, 5%, 6% and 7%. Marshall Test is performed to determine the effect of adding the cellulose fiber in the mixture to the components of Marshall Properties, for example Marshall Stability, % of Void Filled With Asphalt (VFWA), % of Void in The Mix (VIM), Plastic Fatigue (Flow), and Marshall Quotient (MQ). The result of this study is Marshall evaluation where the greatest score is obtained for stability of 1601 kg, flow of 4.60 mm, Quotient Marshall of 375.44 kg/mm, VMA of 20.45%, VFWA of 86.79 %, and VIM score of 4.19 %. It shows that the best cellulose fiber content is 3 % of asphalt level of 7,19 % and has been in accordance with Bina Marga 2010 Division 6 specification and can be used in asphalt mixture of HRS-BC.

Keywords : Bina Marga 2010 Division - 6, Hot Rolled Sheets, Marshall Properties, Fibers Sellulosa.

1. PENDAHULUAN

Jalan yang aman, nyaman, kuat dan ekonomis akan mempermudah manusia dalam proses pergerakannya. Untuk mewujudkan kondisi jalan berkualitas perlu diberikan lapisan tambah antara tanah dan roda atau lapis paling atas pada badan jalan. Ada beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat fisik aspal sebagai bahan pengikat untuk menghasilkan suatu bahan campuran jalan yang lebih kuat. Salah satu cara mencegah terjadinya kerusakan dini pada perkerasan jalan akibat beban muatan dan pengaruh air adalah dengan meningkatkan mutu aspal sebagai bahan pengikat dari agregat (Andri, *et.al.*2012)

Cara yang sering digunakan untuk menaikkan mutu aspal adalah dengan menambah bahan adiktif. Salah satunya seperti polimer, plastik, arang atau dikenal dengan aspal modifikasi. Pemberian bahan tambah polimer diharapkan memberikan penambahan pada sifat-sifat fisik aspal seperti

kepekaan terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional atau aspal dengan penetrasi 60/70. Untuk memperbaiki kinerja campuran agregat beraspal dapat dilakukan dengan memodifikasi sifat-sifat fisik aspal, khususnya penetrasi dan titik lembeknya, dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan bisa mengurangi kepekaan aspal terhadap temperatur dan keelastisannya (Sukirman,1999) .

mempermudah manusia dalam proses pergerakannya. Untuk mewujudkan kondisi jalan berkualitas perlu diberikan lapisan tambah antara tanah dan roda atau lapis paling atas pada badan jalan. Ada beberapa Cara yang sering digunakan untuk menaikkan mutu aspal adalah dengan menambah bahan adiktif. Salah satunya seperti polimer, plastik, arang atau dikenal dengan aspal modifikasi. Pemberian bahan tambah polimer diharapkan memberikan penambahan pada sifat-sifat fisik aspal seperti kepekaan terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional atau

aspal dengan penetrasi 60/70. Untuk memperbaiki kinerja campuran agregat beraspal dapat dilakukan dengan memodifikasi sifat-sifat fisik aspal, khususnya penetrasi dan titik lembeknya, dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan bisa mengurangi kepekaan aspal terhadap temperatur dan keelastisannya (Sukirman,1999).

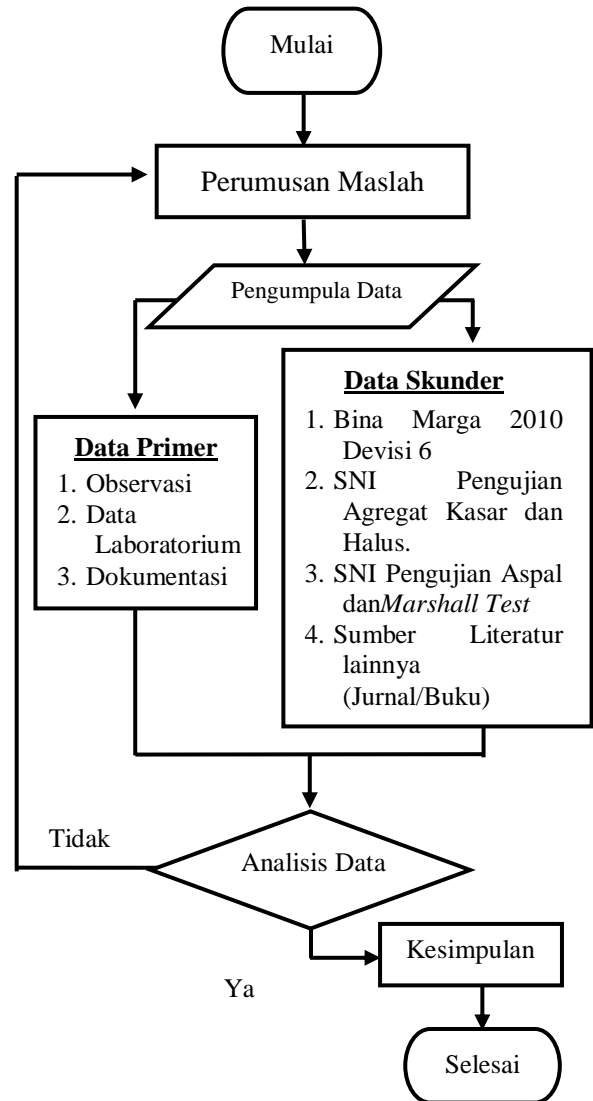
Dalam penelitian ini, menggunakan bahan aditif *Selulosa* yang berasal dari serat Eceng Gondok, tanaman ini merupakan suatu gulma air yang sekali tumbuh dan berkembang ternyata mempunyai kandungan serat selulosa cukup tinggi, yakni berkisar 60%. Hal ini sangat memungkinkan bahwa Eceng Gondok berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan selulosa yang kedepannya dapat diaplikasikan ke arah yang beragam. Mengingat di daerah Lamongan banyak dijumpai tanaman Eceng Gondok yang saat ini masih sebagian kecil dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan. Untuk itu dalam penelitian ini akan mencoba memanfaatkan Eceng Gondok sebagai bahan campuran Campuran Aspal Panas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Serat Eceng Gondok sebagai bahan pengganti serat selulosa pada Campuran Aspal Panas LATASTON (*Hot Rolled Sheet*) BC. Diharapkan hasil dari pengujian penelitian dapat memenuhi atau dapat meningkatkan kualitas dari aspal tersebut sehingga dapat meningkatkan umur rencana jalan raya.

Berdasarkan permasalahan yang diajukan dalam penelitian ini, maka tujuan yang hendak dicapai yaitu untuk mengetahui secara umum pengaruh penambahan Serat Eceng Gondok terhadap karakteristik campuran aspal panas pada Sistem *Hot Rolled Sheet* BC yang mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010 Seksi-6.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Progam Studi Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan. Jl. Veteran No.53 A Lamongan. menggunakan Metode *Trial And Error*. Dan mengacu pada Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum

Bina Marga Devisi-6 (2010). Untuk Diagram Alir Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir / *Flowchart*

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN
Pemeriksaan Agregat**

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini, yang berasal dari PT. Cahaya Indah Madyah Pratama terdiri dari agregat kasar dan halus. Untuk agregat kasar atau batu pecah yang digunakan yaitu pasokan langsung dari batu pecah Mojokerto. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat dapat dilihat pada Tabel dibawah ini :

Tabel 4 : Hasil Pemeriksaan Agregat

No.	Jenis pengujian	Hasil	Syarat
1. Agregat Kasar			
	Berat Jenis (Bulk)	2,51 Gr/cc	$\geq 2,5$
	Berat jenis SSD	2,55 Gr/cc	$\geq 2,5$
	Berat Jenis Semu	2,62 %	$\geq 2,5$
	Penyerapan air	1,65 %	$\leq 3,0$
2. Agregat Halus			
	Berat Jenis (Bulk)	2,56 Gr/cc	$\geq 2,5$
	Berat jenis SSD	2,61 Gr/cc	$\geq 2,5$
	Berat Jenis Semu	2,68 %	$\geq 2,5$
	Penyerapan air	1,79 %	$\leq 3,0$

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Dari Tabel 4 diatas keseluruhan hasil – hasil pengujian baik itu pengujian agregat kasar, dan agregat halus didapatkan bahwa agregat yang akan dipakai memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi 6 dan standar pengujian menurut SNI .dan memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran HRS–BC

Pemeriksaan Aspal

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari PT. Cahaya Indah Madya Pratama. Hasil pemeriksaan

karakteristik aspal disajikan dalam Tabel sebagai berikut :

Tabel 5 : Hasil Pemeriksaan Aspal

No.	JenisPemeriksaan	Hasil	Syarat
1.	Penetrasi, 100 gr,25°C,5detik	67	60 – 79
2.	TitikLembek	49,5	48°C-58°C
3.	TitikNyala	329	Min.200°C
4.	TitikBakar	334	Min.300°C
6.	Beratjenis	1,0209	Min. 1,00

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Pada Tabel 5. diatas hasil pemeriksaan aspal AC 60/70. menunjukan Secara umum hasil tersebut Telah Memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Devisi 6 sebagai bahan penyusun campuran beraspal HRS-BC.

Gradasi Campuran Agregat

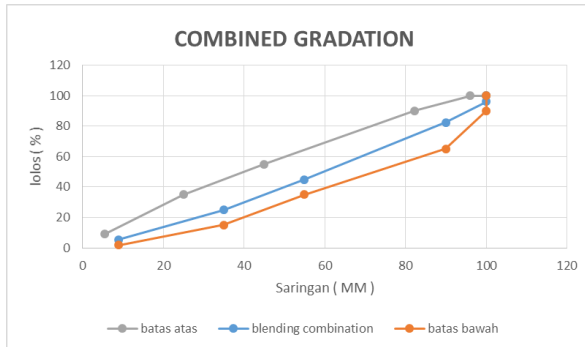
Setelah melakukan pengujian masing-masing agregat dapat diketahui apakah gradasi agregat campuran memenuhi syarat atau tidak memenuhi syarat. Dalam pengujian gradasi agregat campuran menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 seksi–6 telah memenuhi syarat, maka dapat dilanjutkan untuk perhitungan rancangan proporsi agregat campuran *Hotmix* HRS-BC. Gradasi Campuran dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 :Analisa *Bleeding Gradation Combination*

Ukuran ayakan	Coarse Aggregate		Medium Aggregate		Fine Aggregate		Gradasi	Medium	Spesifikasi
	100 %	47,62 %	100 %	30,95 %	100 %	21,43 %			
3/4"	100	47,62	100	30,95	100	21,43	100	100	100
1/2"	95	45,24	95	29,40	100	21,43	96,07	95	90-100
3/8"	77,5	36,91	77,5	23,99	100	21,43	82,32	77,5	65-90
no.8	45	21,43	45	13,93	45	9,64	45	45	35-55
no.30	25	11,91	25	7,74	25	5,36	25	25	15-35
no.200	5,5	2,62	5,5	1,70	5,5	1,18	5,5	5,5	2-9
PAN	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Sedangkan untuk kurva gradasi agregat gabungan untuk campuran Lataston HRS-BC dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2 Gradasi Campuran HRS-BC
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Perhitungan Kadar Aspal Optimum Perkiraan

Perhitungan kadar aspal optimum perkiraan didasarkan pada hasil pengujian analisis saringan agregat yang telah dilakukan. Untuk menghitung kadar aspal optimum diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Aspal} &= 0,035 \times CA + 0,045 \times FA + 0,18 \times F + K \\ &= 0,035 \times 55 + 0,045 \times 39,5 + 0,18 \times 5,5 + 2,5 \\ &= 7,19 \% \end{aligned}$$

- CA = agregat kasar tertahan saringan No.8
- FA = Total agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200
- F = Filler agregat halus lolos saringan No.200
- K= Nilai konstanta sekitar 0,5 – 1,0 untuk (AC) dan 2,0 – 3,0 untuk (HRS)

Hasil Pengujian Marshall Test

Pengujian *Marshall Test* dilakukan bertahap sesuai dengan tujuan penelitian, yakni pertama dilakukan untuk mengetahui kadar aspal yang digunakan apakah sudah memenuhi syarat dan kedua untuk mengetahui pengaruh penambahan serat selulosa dalam campuran terhadap nilai-nilai *Marshall Properties* yaitu stabilitas *Marshall (Marshall Stability)*, Rongga Dalam Campuran (*Void In The Mix / VIM*), Persentase Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt / VFWA*), Rongga dalam agregat (*Void In Mineral Aggregate*), Kelelahan Plastis (*Flow*), Kepadatan Campuran (*Density*) dan *Marshall Quotient (MQ)*. untuk Perhitungan *Marshall Test* Dapat Dilihat Pada Lampiran C.1, dan hasil pengaruh penambahan serat eceng gondok terhadap nilai-nilai *Marshall Properties* Dapat Dilihat Pada Tabel 7.

Tabel 7 : Hasil pengujian *Marshall Test* Dengan Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok

Selulosa (%)	Density	Stabilitas (Kg)	VFWA (%)	VIM (%)	VMA (%)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
0	2,18	1.610	71,66	4,89	21,44	4,23	380,60
3	2,21	1.601	76,28	4,19	20,45	4,27	375,44
4	2,26	1.601	85,38	2,21	18,66	4,30	372,33
5	2,26	1.592	86,79	2,09	18,41	4,37	364,73
6	2,25	1.591	85,86	2,71	18,79	4,47	356,30
7	2,23	1.590	80,47	3,79	19,55	4,60	345,70
Spesifikasi	-	> 800	> 68	4,0 - 6,0	> 18	>3	> 250
Pemadatan				2 × 75			
Kadar Aspal				7,19%			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 8 : Hasil Model Regresi pengujian *Marshall Test* Dengan Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok

Selulosa (%)	Density	Stabilitas (Kg)	VFWA (%)	VIM (%)	VMA (%)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
0	2,18	1.610	71,66	4,89	21,44	4,23	380,60
3	2,20	1.601	76,26	4,20	20,46	4,26	375,44
4	2,21	1.601	85,35	2,25	18,71	4,29	372,36
5	2,13	1.592	86,72	2,21	18,57	4,34	364,83
6	1,93	1.591	85,74	3,01	19,17	4,41	356,55
7	1,56	1.589	80,28	4,45	20,37	4,50	346,23
Spesifikasi	-	> 800	> 68	4,0 - 6,0	> 18	>3	> 250
Pemadatan	2 × 75						
Kadar Aspal	7,19%						

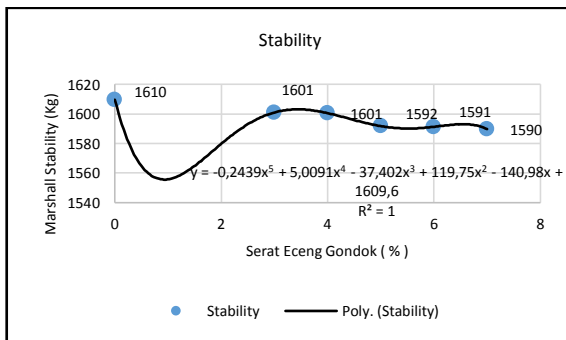
Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 9 :Penelusuran Model Regresi Pengaruh Penambahan Serat Eceng Gondok Terhadap *Marshall Properties* Campuran

Marshall Properties	Model Perumusan Regresi	R ²
Stability Marshall	$y = -0,2439x^5 + 5,0091x^4 - 37,402x^3 + 119,75x^2 - 140,98x + 1609,6$	1
VFWA	$y = -0,093x^5 + 2,0139x^4 - 16,294x^3 + 57,706x^2 - 71,78x + 71,662$	1
VIM	$y = 0,0159x^5 - 0,3619x^4 + 3,0773x^3 - 11,363x^2 + 14,646x + 4,8875$	1
VMA	$y = 0,0132x^5 - 0,3001x^4 + 2,5523x^3 - 9,4276x^2 + 12,019x + 21,438$	1
Density	$y = -0,0004x^5 + 0,0083x^4 - 0,0709x^3 + 0,2617x^2 - 0,3337x + 2,181$	1
Flow	$y = -0,0003x^4 + 0,0051x^3 - 0,0204x^2 + 0,0336x + 4,2333$	1
Marshall Quotient	$y = -0,0532x^5 + 1,1228x^4 - 8,6895x^3 + 28,252x^2 - 34,276x + 380,6$	1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Stabilitas Marshall (Marshall Stability)



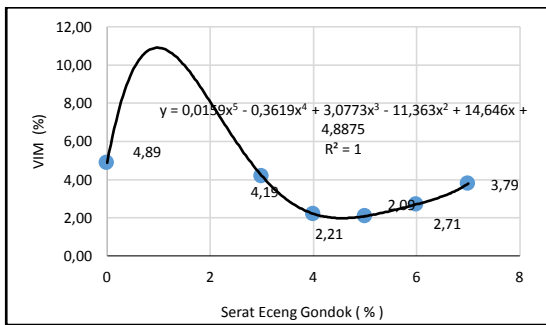
Gambar 3 Hubungan *Marshall Stability* Dengan Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Pada Gambar 3. Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan

7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum, ternyata secara umum Menunjukkan Penurunan Nilai Stabilitas Seiring Dengan Kenaikan Kadar Serat Selulosanya, hal ini dikarenakan penambahan kadar serat selulosa yang terlalu tinggi dan kadar aspal yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya *Bleeding*, dan mengurangi kohesi antara aspal dan agregat. Penambahan kadar Serat Selulosa Eceng Gondok yang terlalu tinggi akan membuat campuran cenderung tidak stabil dan rentan terhadap *Deformasi Plastik*. dari Hasil Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok sebesar 3% sampai 7%, menunjukkan Nilai stabilitas telah memenuhi syarat Sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi-6 yaitu lebih dari 800 kg.

Rongga Dalam Campuran Void In The Mix (VIM)

Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum Persentase Void In The Mix menurun sampai batas optimum yaitu pada variasi serat selulosa Eceng Gondok 5,0 % kemudian mengalami kenaikan dengan semakin bertambahnya variasi kadar serat selulosa Eceng Gondok yang ditambahkan.

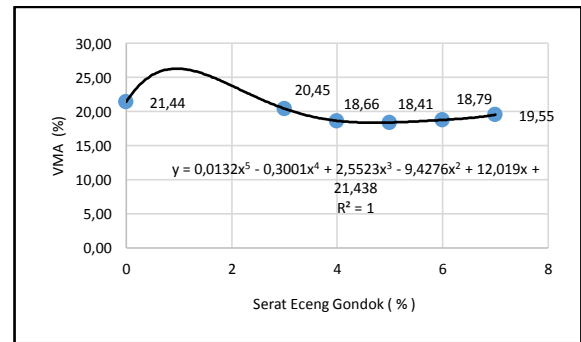


Gambar 4 Hubungan Void In The Mix Dengan Serat Eceng Gondok
Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Pada Gambar Diatas. Dari hasil pengujian maka Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok sebesar 3,0 % telah memenuhi spesifikasi dan untuk variasi 4,0 % sampai 7,0 % Belum dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi-6. Nilai VIM yang diijinkan antara 4,0 % sampai dengan 6,0 %.

Rongga dalam agregat Void In Mineral Aggregate (VMA)

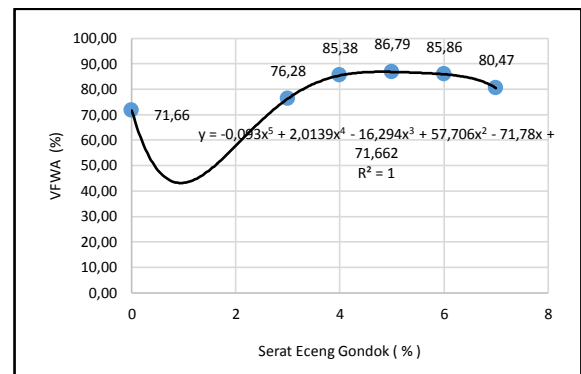
Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum, diketahui nilai Void In Mineral Aggregate menurun sampai batas optimum yaitu pada variasi 5,0 % kemudian mengalami kenaikan dengan semakin bertambahnya variasi kadar serat selulosa Eceng Gondok yang ditambahkan, Hal ini disebabkan karena penambahan kadar serat Eceng Gondok membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran semakin sedikit. Nilai VMA yang diizinkan lebih dari 18%.



Gambar 5 Hubungan Void In Mineral Aggregate Dengan Serat Eceng Gondok
Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Pada Gambar Diatas. Dari hasil di atas maka Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok sebesar 3,0% sampai 7,0% secara umum telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi-6.

Rongga Terisi Aspal Void Filled With Asphalt (VFVA)

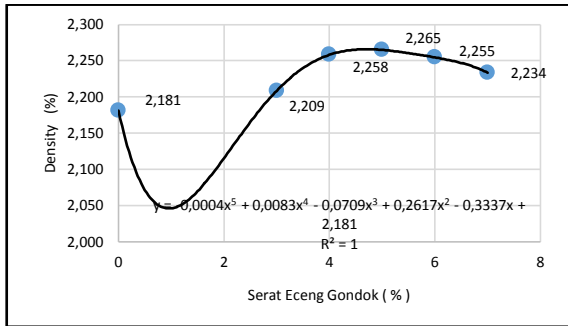


Gambar 6 Hubungan Void Filled With Asphalt Dengan Serat Eceng Gondok
Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Pada Gambar Diatas, Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum, menunjukkan bahwa semakin bertambah variasi Serat Selulosa Eceng Gondok yang digunakan, menyebabkan nilai Void Filled With Asphalt / VFVA meningkat sampai batas optimum yaitu pada variasi 5,0 % kemudian mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya variasi kadar serat selulosa Eceng Gondok yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena kadar Serat Selulosa Eceng Gondok yang ada menyerap aspal dan mengisi rongga lebih banyak. Nilai VFVA yang diizinkan yaitu lebih dari 68 %. Dari hasil di atas maka

Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok sebesar 3 % sampai 7 % telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi-6 .

Kepadatan Campuran (Density)

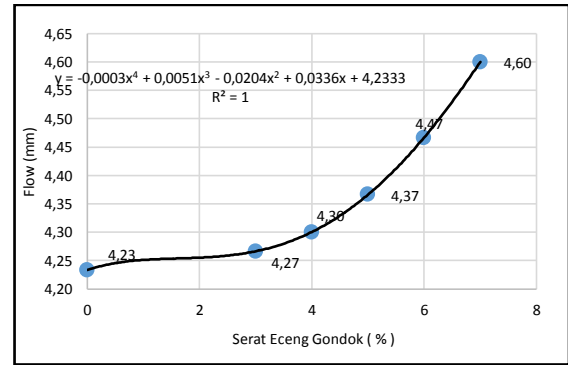


Gambar 8 Hubungan *Density* Dengan Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum, menunjukkan Semakin bertambahnya variasi kadar serat selulosa Eceng Gondok yang ditambahkan. ternyata nilai *Density* campuran HRS-B (*Hot Rolled Sheet*) cenderung meningkat sampai batas optimum yaitu pada variasi 5,0% kemudian mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya variasi kadar serat selulosa Eceng Gondok yang ditambahkan. Hal ini disebabkan setiap penambahan kadar aspal maka rongga antar butiran agregat masih bisa terisi aspal, sehingga campuran menjadi semakin rapat.

Kelelahan Plastis (Flow)

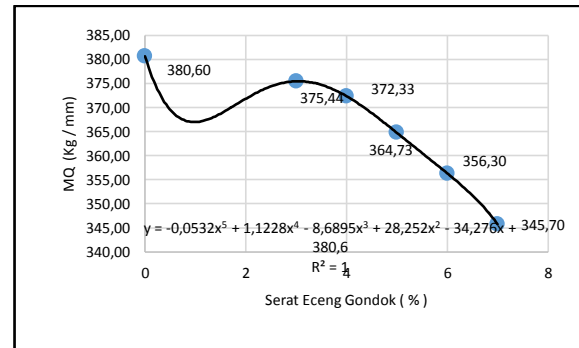
Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum, Menunjukkan bahwa nilai *flow* yang diperoleh cenderung mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok dan kadar aspal menyebabkan peningkatan nilai penetrasi yang menyebabkan campuran cenderung menjadi lebih fleksibel terhadap pembebanan lalu lintas. Nilai *flow* yang diijinkan Lebih dari 3,0%.



Gambar 7 Hubungan *Flow* Dengan Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Pada Gambar Diatas, maka Penambahan Serat Selulosa Eceng Gondok sebesar 3,0% sampai 7,0% memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi-6

Marshall Quotient (MQ)



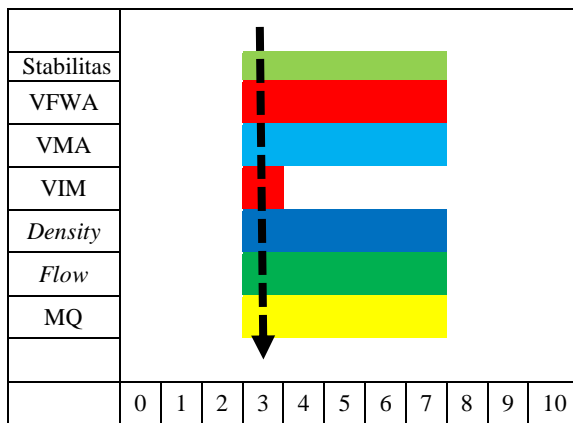
Gambar 9 Hubungan *Marshall Quotient* Dengan Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Penambahan serat selulosa dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dari berat campuran pada kadar aspal optimum, menunjukkan bahwa nilai MQ cenderung akan semakin kecil seiring dengan bertambahnya Serat Selulosa Eceng Gondok. Pada kadar serat 3 % sampai dengan 7 % terhadap kadar aspal 7,19 % telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Devisi-6 yaitu lebih dari 250 kg/mm.

Proporsi Kadar Serat Eceng Gondok Optimum

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan dengan Penelusuran Model Persamaan *Polynomial* terhadap masing-masing karakteristik *Marshall* campuran

HRS-BC. kemudian dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan variasi Serat Eceng Gondok terhadap masing-masing karakteristik *Marshall*, sehingga didapat kadar Serat Selulosa Eceng Gondok optimum pada campuran HRS – BC. Dari hasil tersebut didapatkan Titik Tengah dan diperoleh Kadar Serat Selulosa Optimum adalah 3 % dan Telah Memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10 Kadar Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Penelitian, 2018

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari Hasil pemeriksaan dan analisis karakteristik Marshall dimana nilai terbesar diperoleh untuk Stabilitas 1601 kg, Flow 4,60 mm, *Quotient Marshall* 375,44 kg/mm, VMA 20,45 %, VFWA 86,79 %, dan nilai VIM 4,19 %. Hasil ini menunjukkan bahwa serat selulosa dapat meningkatkan mutu aspal dan dapat digunakan dalam campuran Aspal HRS-BC.

Berdasarkan hasil *Marshall Properties* dari 5 variasi yang digunakan diperoleh Kadar Serat Selulosa Eceng Gondok optimum yang terbaik adalah 3% dari kadar Aspal 7,19 % dan telah sesuai pada spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6

Saran

Pelaksanaan penelitian memerlukan tenaga-tenaga yang berpengalaman, mempunyai ketelitian yang cukup serta peralatan yang mungkin menggunakan sistem penggerak motorik dan digital sehingga validitas data lebih baik.

Untuk mengetahui lebih banyak fungsi dari serat selulosa sebaiknya dilakukan penelitian lebih mendetail terhadap karakteristik campuran lainnya disamping nilai-nilai Marshall Properties-nya, atau jika dipandang perlu dapat pula diterapkan pada sistem aspal panas yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Andri, et.al.2012. *Pengaruh Penggunaan Kapur Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC)*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi Volume II No. 2, Juli 2012 Hal. 87 – 104. Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu

Bina Marga., 2010. *Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2010 Divisi 6*. Kementrian Direktorat Jendral Pekerjaan Umum Indonesia.

BSSNI, 2002. SKSNI 13–6717–2002. *Tata Cara Penyiapan Benda Uji Dari Contoh Agregat*

BSSNI, 2008. SK SNI 1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*

BSSNI, 2008. SKSNI 1969-2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*

BSSNI, 2011. SKSNI 2433-2011. *Cara uji titik nyala dan titik bakar aspal dengan alat cleveland open cup*

BSSNI, 2011. SKSNI 2441-2011. *Tentang Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*

BSSNI, 2011. SKSNI 2456-2011. *Tentang Cara Uji Penetrasi Aspal*

Sukirman., 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit NOVA. Bandung