

PENGGUNAAN SERAT ECENG GONDOK DALAM CAMPURAN LASTON TIPE V SNI 03-1737-1989 TERHADAP INDEKS MARSHALL PROPERTIES

Agus Tonny Arifianto¹; Zulkifli Lubis²

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam

email : ag.tonny.ar@gmail.com ; cheppy.lubis@gmail.com

ABSTRACT

Road is one of the most important transportation infrastructures in the development progress of society's live. Pavement structure has an important role in providing optimal service. Traffic loads that exceed the limit conditions often occur, for there is a certain consideration in planning the asphalt mixture, including improving the asphalt quality. The idea to modify asphalt materials with admixture materials is expected to enlarge the asphalt attachment energy to the stone. One of them is using water hyacinth fiber. This study aims to find out the effect of water hyacinth fiber addition to the characteristics of Type V SNI 03-1737-1989 asphalt concrete mixture on the Marshall test index. The method used is experimental method. Laboratory testing is conducted using water hyacinth fiber to the mixture of Type VSNI 03-1737-1989 asphalt concrete as the additional material with variations of 1%, 1.5%, 2%, 2.5% and 3% of total asphalt weight in the mixture on asphalt condition optimum 5.72%. The results of Marshall Stability increases by 5.88%, plastic melting (flow) increases by 9%, void in the mix increases by 38.59%, void filled with asphalt decreases by 6.54%, void in mineral aggregate increases by 5.60%, the density of the mixture increases by 2.59% and Marshall Quotient decreases by 3.38%.

Keywords: water hyacinth fiber, Type V asphalt concrete, Marshall Properties.

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah sebagai salah satu prasarana transportasi yang sangat penting pada kemajuan pembangunan kehidupan masyarakat. Struktur perkerasan jalan mempunyai peranan penting dalam memberikan pelayanan yang optimal.

Pada pekerjaan jalan raya lapisan permukaan dibuat berlapis-lapis, mulai dari lapisan permukaan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan ataupun dengan sarana-sarana transportasi lainnya, hingga lapis pondasi yang berada dibawah tanah dasar (Suryadharma H dan Susanto B.,1999).

Beban lalu lintas yang melewati batas syarat sering terjadi sehingga perlu adanya pertimbangan khusus dalam melakukan perencanaan campuran aspal termasuk meningkatkan mutu aspal. Pemikiran untuk memodifikasi bahan aspal dengan bahan *admixture* yang diharapkan dapat memperbesar energi perlekatan aspal terhadap batuan. Salah satunya adalah menggunakan serat eceng gondok. Eceng gondok (*Eichhorniacrassipes*) merupakan tanaman gulma di wilayah perairan

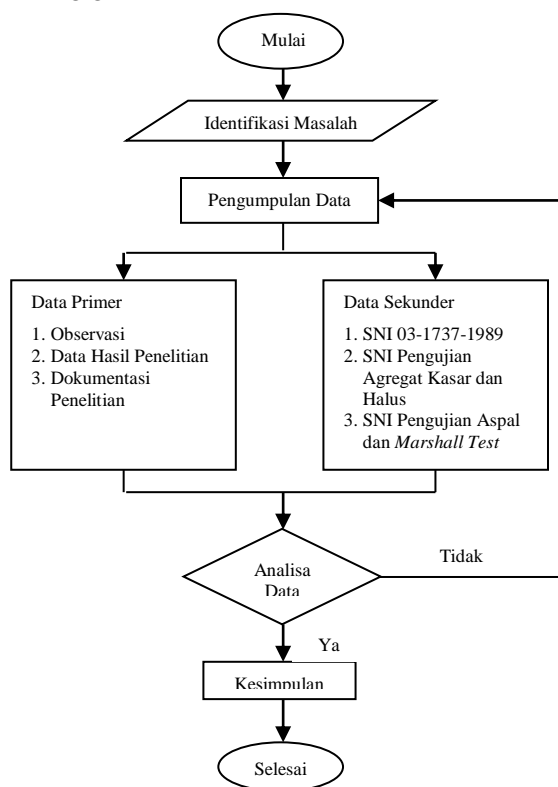
yang hidup terapung pada air yang dalam dan mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada air yang dangkal. Eceng gondok berkembangbiak sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat berlipat ganda dalam 7-10 hari (Pasaribu, G. 2007).

Eceng gondok ternyata mempunyai kandungan serat selulosa cukup tinggi, yakni berkisar 60%. Eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kertas seni karena mengandung serat selulosa (Pasaribu, G. 2007). Tidak hanya itu penelitian yang dilakukan oleh Lukito (2006) tentang penggunaan eceng gondok sebagai bahan material bangunan dinding semen (*emen wall*) karena mengandung serat selulosa dari batang eceng gondok. Hal ini sangat memungkinkan bahwa eceng gondok berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan selulosa yang kedepannya dapat diaplikasikan kearah yang beragam.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat eceng gondok dalam campuran *Laston Tipe VSNI 03-1737-1989* terhadap indeks *Marshall Properties* dan apakah serat eceng gondok bisa dijadikan bahan tambah dalam campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989*.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu penelitian pembuatan campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* dengan penambahan serat eceng gondok.



Gambar 1 Flow Chart Penelitian
 Sumber : Rancangan Penelitian, 2018

Sampel yang dibuat adalah laston dengan perbandingan komposisi campuran yang didapat sebelumnya dari hasil *mix design* campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* yang kemudian ditambah dengan serat eceng gondok sebagai bahan tambah campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989*.

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian pemanfaatan serat eceng gondok sebagai bahan tambah campuran *Laston*

Tipe V SNI 03-1737-1989 adalah sebagai berikut :

1. Membuat serat eceng gondok dari batang eceng gondok.
2. Mempersiapkan bahan susun campuran aspal yang meliputi : agregat kasar, agregat halus, aspal pen. 60/70 dan serat eceng gondok.
3. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian. Persiapan alat meliputi : satu set *sieve analysis*, cetakan silinder 6,35x10,2cm 18 buah, mesin *Marshall Test*.
4. Melakukan pengujian bahan susun campuran aspal meliputi :
 - a. Pengujian Agregat Kasar :
 - Berat Isi dan Rongga Udara Agregat Kasar.
 - Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
 - b. Pengujian Agregat Halus
 - Berat Isi dan Rongga Udara Agregat Halus.
 - Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
 - c. Pengujian Bahan Aspal
 - Penetrasi Aspal.
 - Berat Jenis Aspal.
 - Titik Lembek Aspal.
 - Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.
4. Analisa Gradasi Agregat.
5. Penentuan Kadar Aspal Rencana.
6. Membuat *Job Mix Formula* dengan penambahan variasi serat eceng gondok 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%.
7. Pembuatan Benda Uji, masing-masing 3 briket x 6 variasi = 18 buah
8. Pengujian Campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989*
 - a. Pengujian *Marshall Test*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dalam penelitian ini meliputi hasil uji bahan susun campuran *Laston Tipe VSNI 03-1737-1989* dan proses pembuatan campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* hingga didapat nilai indeks *Marshall Properties*.

Pengujian bahan susun campuran aspal panas ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan.

Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

Dalam penelitian ini agregat kasar dan agregat halus yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan.

Pada Pengujian agregat kasar dan agregat halus dilakukan dua pemeriksaan, diantaranya yaitu pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air seperti pada tabel 1 dan 2 berikut ini :

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat SNI 1969-2008
Berat Jenis (<i>Bulk</i>)	2,51 gr/cc	≥ 2,5
Berat jenis SSD	2,55 gr/cc	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	2,62 %	≥ 2,5
Penyerapan air	1,65 %	≤ 3,0

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan, 2018

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat SNI 1970-2008
Berat Jenis (<i>Bulk</i>)	2,56 gr/cc	≥ 2,5
Berat jenis SSD	2,61 gr/cc	≥ 2,5
Berat Jenis Semu	2,68 %	≥ 2,5
Penyerapan air	1,79 %	≤ 3,0

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan, 2018

Pemeriksaan Aspal

Pada pemeriksaan aspal yang digunakan yaitu aspal pertamina dengan pen 60/70 yang didapatkan dari PT.Cahaya Indah Madya Pratama. Hasil Pemeriksaan Aspal dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Aspal Pen 60/70

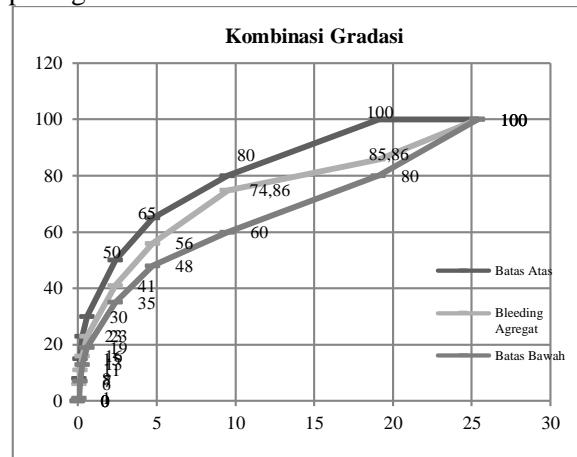
Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	SNI
Penetrasi, 100 gr,25°C, 5 detik	67	60 – 79	2456-1991
Titik Lembek	49,5	48°C - 58°C	2434-1991
Titik Nyala	329	Min. 200°C	2433-1991
Titik Bakar	334	Min. 300°C	2433-1991
Berat Jenis	1,02	Min. 1,00	2441-1991

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan, 2018

Analisa Gradasi Agregat

Gradasi agregat terdiri dari susunan butir agregat yang sesuai ukurannya.Gradasi agregat

diperoleh dari hasil analisis pemeriksaan dengan menggunakan satu set saringan. Kombinasi gradasi agregat menurut spesifikasi *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 2 Kombinasi Gradasi Agregat

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan, 2018

Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Perkiraan Kadar Aspal Rencana sebagai bahan campuran diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :

$$P_b = 0,035(CA) + 0,045(FA) + 0,18(F) + K$$

$$P_b = 0,035(44) + 0,045(50) + 0,18 (6) + 0,85$$

$$= 5,72\%.$$

Keterangan :

- 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 : Konstanta untuk laston 0,5 – 1

Kadar Serat Eceng Gondok

Besarnya penambahan variasi serat eceng gondok pada campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* yaitu sebesar 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% dari berat aspal.

Perencanaan Campuran Kerja (*Job Mix*)

Untuk memperoleh campuran bahan *Laston Tipe V* yang memenuhi standar spesifikasi *SNI 03-1737-1989* diperlukan perencanaan campuran yang baik antar bahan-bahan penyusunnya. Perencanaan campuran ini

dimaksudkan untuk menentukan proporsi penggunaan agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, kadar aspal dan kadar serat eceng gondok dalam campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989*, adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Prosentase komposisi bahan pada masing-masing variasi campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989*

Kadar Aspal	Kadar Selulosa	Coarse Aggregate	Medium Aggregate	Fine Aggregate
5,72%	0%	48%	31%	21%
5,66%	1%	48%	31%	21%
5,63%	1.5%	48%	31%	21%
5,61%	2%	48%	31%	21%
5,58%	2,5%	48%	31%	21%
5,55%	3%	48%	31%	21%

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan, 2018

Hasil Uji Marshall Test

Pengujian *Marshall Test* mengacu pada RSNi 3-2489-2014, yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan serat eceng gondok dalam campuran terhadap nilai-nilai *Marshall Properties* yaitu Stabilitas *Marshall (Marshall Stability)*, persentase Rongga Dalam Campuran (*Void In The Mix*), Rongga Dalam Agregat (*Void In Mineral Aggregate*), Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*), Kelelehan Plastis (*Flow*), Kepadatan Campuran (*Density*) dan *Marshall Quotient (MQ)*.

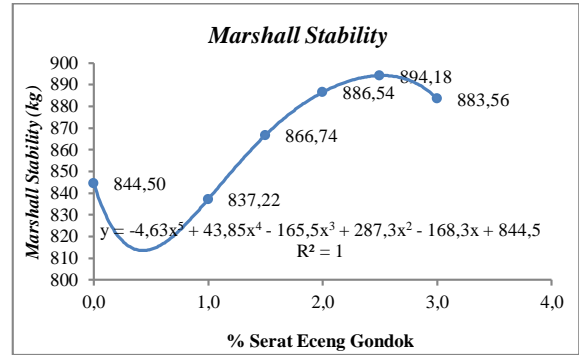
Stabilitas Marshall

Stabilitas Marshall merupakan kemampuan campuran aspal untuk menahan beban sampai terjadi kelelehan plastis dan kemampuan menahan deformasi akibat beban yang dinyatakan dengan kg atau lb. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh kadar aspal, jika nilai stabilitas tinggi menyebabkan perkerasan menjadi keras dan kaku sehingga berpengaruh pada tingkat keawetan sedangkan jika nilai stabilitas rendah akan menyebabkan deformasi.

Dari hasil pengujian *Marshall Test* didapatkan data kenaikan serta penurunan nilai stabilitas *Marshall*. Kenaikan nilai stabilitas *Marshall* disebabkan serat eceng gondok dapat terurai dengan baik sehingga menyebabkan aspal terserap oleh serat eceng gondok.

Sedangkan penurunan nilai stabilitas disebabkan serat eceng gondok tidak terurai dengan baik sehingga aspal hanya menyelimuti agregat sesuai dengan pengamatan dilaboratorium.

Kenaikan dan penurunan nilai stabilitas dapat dilihat pada pemodelan grafik dibawah ini:



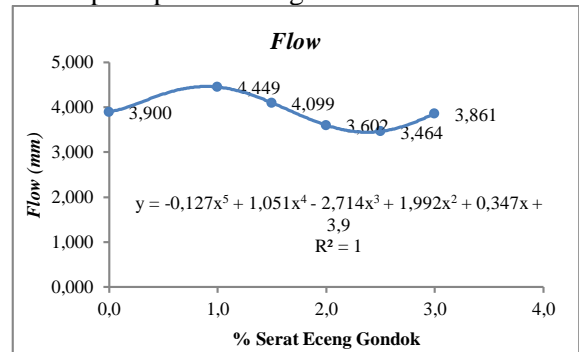
Gambar 3 Grafik Hubungan Stabilitas *Marshall* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Dari Grafik diatas nilai stabilitas tertinggi terjadi pada penambahan kadar serat 2,5% sebesar 894,18 Kg.

Kelelehan Plastis (Flow)

Penambahan kadar serat eceng gondok ternyata menyebabkan penurunan maupun kenaikan pada nilai *Flow*. Hal tersebut dikarenakan nilai *Flow* (kelelehan) sendiri dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat dan suhu saat melakukan pemadatan

Kenaikan dan penurunan nilai *Flow* dapat dilihat pada pemodelan grafik dibawah ini:



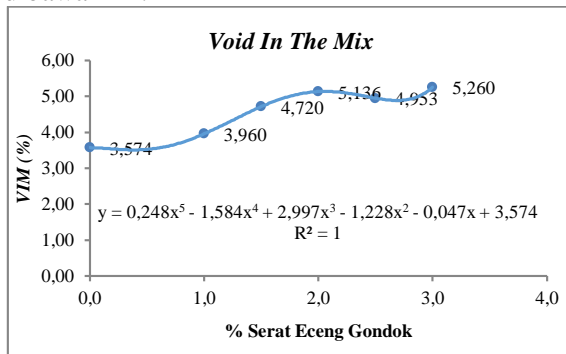
Gambar 4 Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Nilai *Flow* tertinggi terjadi pada kadar serat eceng gondok 1% sebesar 4,449 mm, namun nilai *Flow* tersebut tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 2,0 mm – 4,00 mm.

Void In The Mix

Penambahan serat eceng gondok menyebabkan nilai *VIM* mengalami peningkatan. Hal itu disebabkan karena semakin banyak kadar serat selulosa eceng gondok dalam campuran akan menyebabkan rongga dalam campuran semakin besar karena aspal banyak yang terserap oleh serat selulosa eceng gondok dan kadar aspal berkurang seiring penambahan serat selulosa eceng gondok, hal ini menyebabkan campuran tidak kedap air dan udara, sehingga lekatan antar agregat pun berkurang dan terjadi pengelupasan butiran (*reveling*) dan pengelupasan (*stripping*) pada lapis perkerasan.

Kenaikan dan penurunan nilai *Void In The Mix* dapat dilihat pada pemodelan grafik dibawah ini:



Gambar 5 Hubungan *Void In The Mix* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Nilai *VIM* tertinggi terjadi pada kadar serat eceng gondok 3% sebesar 5,260%, namun nilai *VIM* tersebut tidak memenuhi standar spesifikasi yang ditetapkan *SNI 03-1737-1989* yaitu 3% – 5%.

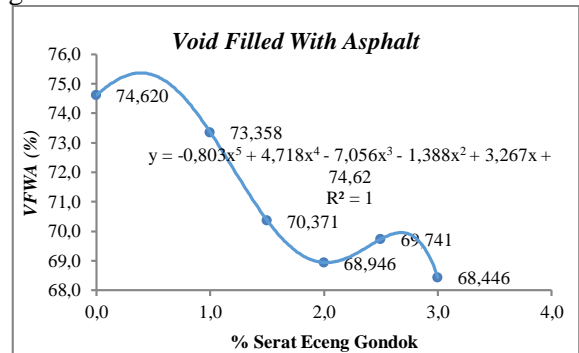
Void Filled With Asphalt

VFWA merupakan persentase rongga terisi aspal suatu campuran aspal yang sudah mengalami pemadatan. Semakin tinggi nilai *VFWA* akan menyebabkan *bleeding*, dan jika *VFWA* yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap air dan udara sehingga

campuran mudah teroksidasi yang menyebabkan lapis perkerasan tak tahan lama. Penentuan nilai *VFWA* sendiri bertujuan mengetahui batasan atas keawetan campuran beraspal.

Secara umum, dari hasil penelitian penambahan serat eceng gondok membuat nilai *VFWA* mengalami penurunan jika dibandingkan dengan nilai *VFWA* pada kadar aspal rencana 5,72% atau tanpa penambahan serat eceng gondok. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar serat eceng gondok yang digunakan, maka aspal banyak terserap oleh serat eceng gondok yang kemudian menyebabkan rongga antar agregat yang terisi partikel aspal lebih kecil sehingga campuran aspal dan serat eceng gondok tidak maksimal mengisi rongga.

Kenaikan dan penurunan nilai *Void Filled With Asphalt* dapat dilihat pada pemodelan grafik dibawah ini:



Gambar 6 Hubungan *Void Filled With Asphalt* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Dari Grafik diatas nilai *VFWA* tertinggi terjadi pada kadar aspal rencana 5,72% atau tanpa penambahan serat eceng gondok, yaitu sebesar 74,620%.

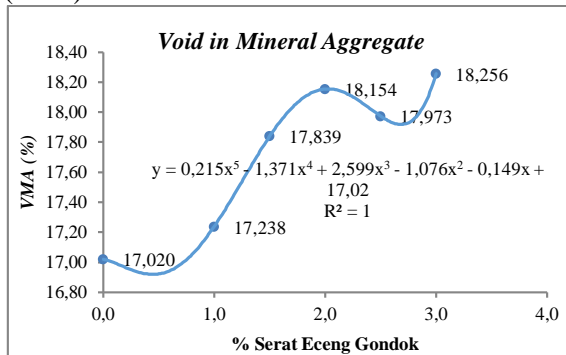
Void In Mineral Aggregate

VMA adalah ruang atau rongga diantara partikel agregat pada suatu campuran perkerasan aspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. *VMA* sangat berpengaruh terhadap stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Jika nilai *VMA* terlalu kecil maka menyebabkan masalah pada durabilitas atau ketahanan campuran terhadap beban.

Sebaliknya jika nilai *VMA* terlalu besar dapat menyebabkan ketidakstabilan campuran.

Secara umum, dari hasil penelitian penambahan serat eceng gondok membuat nilai *VMA* mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan nilai *VMA* pada kadar aspal rencana 5,72% atau tanpa penambahan serat eceng gondok. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar serat eceng gondok yang digunakan, maka rongga-rongga dalam agregat akan menjadi besar sebab aspal tidak mengikat agregat dengan baik, dengan kata lain keduanya sulit menjadi campuran yang homogen sehingga menambah volume rongga.

Berikut adalah pemodelan grafik kenaikan dan penurunan nilai *Void In Mineral Aggregate (VMA)*:



Gambar 7 Hubungan *Void In Mineral Aggregate* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

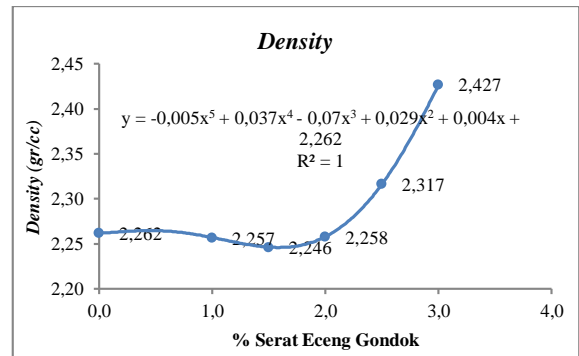
Dari Grafik diatas nilai *VMA* tertinggi terjadi pada penambahan serat eceng gondok 3% yaitu sebesar 18,256%.

Density (Kepadatan Campuran)

Density merupakan rasio antara berat benda uji kering dengan volume benda uji yang menunjukkan tingkat kepadatan dan kerapatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Penambahan serat eceng gondok menyebabkan kenaikan dan penurunan pada nilai *density*. Kenaikan tersebut dapat dipengaruhi oleh susunan agregat yang bercampur aspal mampu menyatu dengan baik ketika dipadatkan. Sehingga menjadikan benda uji menjadi lebih padat dan kuat. Sedangkan untuk penurunan dipengaruhi oleh susunan pada agregatnya dengan campuran antara serat eceng gondok dengan aspal yang kurang merata, serta hal lain

yang juga bisa mempengaruhi penurunan tersebut yaitu karena kekuatan saat tumbukan.

Kenaikan dan penurunan nilai *density* dapat dilihat pada pemodelan grafik dibawah ini :



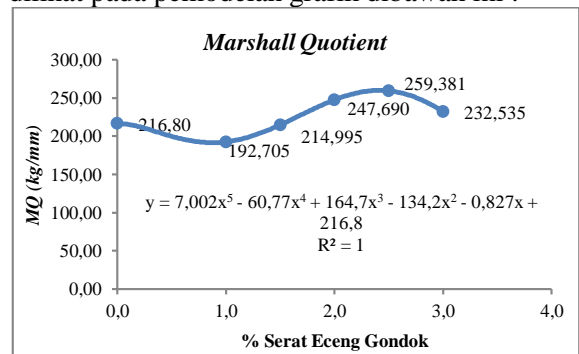
Gambar 8 Hubungan *Density* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2108

Dari Grafik diatas nilai *Density* tertinggi terjadi pada penambahan serat eceng gondok 3% yaitu sebesar 2,427 gr/cc.

Marshall Quotient

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat eceng gondok ternyata menyebabkan penurunan maupun kenaikan pada nilai *Marshall Quotient*. Hal tersebut dikarenakan pada pengujian stabilitas *Marshall*, nilai yang diperoleh cenderung meningkat dan pada pengujian kelelahan plastis (*Flow*) nilai yang diperoleh cenderung turun. Meningkatnya nilai *Marshall Quotient* itu berarti campuran yang dihasilkan bersifat kaku (getas).

Kenaikan dan penurunan nilai *MQ* dapat dilihat pada pemodelan grafik dibawah ini :



Gambar 9 Hubungan *Marshall Quotient* dengan Kadar Serat Eceng Gondok
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Dari Grafik diatas nilai *Marshall Quotient* tertinggi terjadi pada penambahan serat eceng gondok 2,5% yaitu sebesar 259,381 kg/mm.

Setelah didapatkan data dari pengujian *Marshall Test* dengan penambahan serat eceng

gondok, maka selanjutnya dibuat tabel rangkuman dari seluruh hasil pengujian *Marshall Test* dengan perhitungan persamaan model regresi polinomial dengan angka indeks determinasi (R^2) = 1 sebagai berikut :

Tabel 5 Hasil Pengujian *Marshall Test* dengan Penambahan Serat Eceng Gondok

(%) Selulosa	Stabilitas (Kg)	VFWA (%)	VIM (%)	VMA (%)	Flow (mm)	Density (gr/cc)	MQ (Kg/mm)
0	845	74,62	3,57	17,02	3,90	2,262	216,80
1	837	73,36	3,96	17,24	4,45	2,257	192,71
1,5	867	70,37	4,72	17,84	4,10	2,246	215,00
2	887	68,95	5,14	18,15	3,60	2,258	247,69
2,5	894	69,74	4,95	17,97	3,46	2,317	259,38
3	884	68,45	5,26	18,26	3,86	2,427	232,54
Spesifikasi	> 550	> 65	3,0 - 5,0	11,0 - 23,5	2,0 - 4,0	-	> 200
Pemadatan		2 x 75		Kadar Aspal		5,72%	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 6 Penelusuran Model Regresi Pengaruh Penambahan Serat Eceng Gondok Terhadap *Marshall Properties*

No	Marshall Properties	Model Perumusan Regresi	R ²
1.	<i>Marshall Stability</i>	$Y = -4,630x^5 + 43,85x^4 - 165,5x^3 + 287,3x^2 - 168,3x + 844,5$	1
2.	<i>Flow</i>	$Y = -0,127x^5 + 1,051x^4 - 2,714x^3 + 1,992x^2 + 0,347x + 3,9$	1
3.	<i>Void In The Mix</i>	$Y = 0,248x^5 - 1,584x^4 + 2,997x^3 - 1,228x^2 - 0,047x + 3,574$	1
4.	<i>Void Filled With Asphalt</i>	$Y = -0,803x^5 + 4,718x^4 - 7,056x^3 - 1,388x^2 + 3,267x + 74,62$	1
5.	<i>Void In Mineral Aggregate</i>	$Y = 0,215x^5 - 1,371x^4 + 2,599x^3 - 1,076x^2 - 0,149x + 17,02$	1
6.	<i>Density</i>	$Y = -0,005x^5 + 0,037x^4 - 0,070x^3 + 0,029x^2 + 0,004x + 2,262$	1
7.	<i>Marshall Quotient</i>	$Y = 4,728x^5 - 38,03x^4 + 76,57x^3 + 30,62x^2 - 149,2x + 268,0$	1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Dari rangkuman hasil perhitungan dan pengujian *Marshall Test* pada tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan kadar serat eceng gondok paling ideal atau terbaik dalam campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* yaitu sebesar 2,5%. Hasil ini dapat diketahui dari data perhitungan persamaan model regresi polinomial dengan angka indeks determinasi (R^2) = 1 yang telah dibuat, pada penambahan variasi ideal tersebut telah diketahui dan memenuhi standar spesifikasi *SNI 03-1737-1989* pada pengujian Stabilitas *Marshall*, Kelelahan Plastis (*Flow*), Rongga Dalam Campuran (*Void In The Mix / VIM*), Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt / VFWA*), Rongga Dalam Agregat (*Void In Mineral Aggregate / VMA*), Kepadatan Campuran (*Density*) dan *Marshall Quotient (MQ)*.

4. KESIMPULAN

Dari uraian yang telah disajikan dalam laporan penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Serat eceng gondok dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989*
2. Pengaruh penambahan serat eceng gondok dalam campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* terhadap indeks *Marshall Properties*, dengan kadar serat eceng gondok yang terbaik atau ideal untuk ditambahkan ke dalam campuran *Laston Tipe V SNI 03-1737-1989* sebesar 2,5 %. Dimana nilai *Marshall Stability* naik sebesar 5,88%, *Flow* menurun 11,19%, *VIM* meningkat 38,59%, *VFWA* menurun 6,54%, *VMA* meningkat 5,60%, *Density* meningkat 2,59% dan *MQ* naik 19,64%.

Saran

1. Pelaksanaan penelitian memerlukan tenaga-tenaga yang berpengalaman, mempunyai ketelitian yang cukup serta peralatan yang baik sehingga validitas data yang dihasilkan lebih baik.
2. Untuk mengetahui lebih banyak fungsi dari serat eceng gondok sebaiknya dilakukan penelitian lebih mendetail terhadap karakteristik campuran lainnya disamping nilai-nilai *Marshall Properties*-nya.
3. Perlu dilakukan penelitian menggunakan penambahan bahan jenis lain sebagai pengganti aspal.
4. Diharapkan nantinya dapat digunakan sebagai salah satu sumber data acuan untuk penelitian selanjutnya, dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi kelengkapan prosedur dan ketelitiannya.

- Standar Nasional Indonesia., 2011. *Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin Dan Bola (Ring And Ball)*. SNI 2434-2011. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia., 2011. *Cara Uji Titik Nyala Dan Titik Bakar Aspal Dengan Alat Cleveland Open Cup*, SNI 2433-2011. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia., 2014. *Metode Pengujian Marshall Test*. RSNI 3-2489-2014. Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum.
- Suryadharma H, dan Susanto B., 1999. *Rekayasa Jalan Raya*. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

REFERENSI

- Lukito, Prasetyo. 2006. *Pemanfaatan Batang Eceng Gondok untuk Material Bahan Bangunan, Makalah Seminar Nasional, Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Pasaribu, G. 2007, *Pengolahan Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Kertas Seni*. Balai Litbang Kehutanan Sumatera. Gondok Padang.
- Standar Nasional Indonesia., 1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya*, SNI 03-1737-1989. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia., 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, SNI 1969:2008. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia., 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, SNI 1970:2008. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia., 2011. *Cara Uji Penetrasi Aspal*. SNI 2456-2011. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia., 2011. *Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*. SNI 2441-2011. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.