

PEMANFAATAN SERAT ECENG GONDOK SEBAGAI CAMPURAN DALAM LASTON TIPE VI SNI 03-1737-1989

Afandi¹; Sugeng Dwi Hartantyo²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan
sugeng.dwih@gmail.com

ABSTRAK

Di Indonesia, umumnya perkerasan jalan yang digunakan adalah perkerasan lentur. Sebagai akibat dari kekurangan lapisan perkerasan lentur, itu menyebabkan kerusakan jalan. Jalan tidak dapat mencapai usia yang direncanakan. Oleh karena itu, dengan teknologi yang ada, studi penambahan serat selulosa yang diperoleh dari serat eceng gondok sebagai bahan campuran aspal panas di Laston Tipe VI akan dilakukan. Proses pembuatan Laston Tipe VI dimulai dengan pembuatan eceng gondok sederhana. Serat dan menghitung rumus campuran pekerjaan yang mengacu pada standar. Dilanjutkan dengan tahap pengujian material dari Laston Tipe VI (termasuk pengujian agregat kasar, pengujian agregat halus, dan pengujian material aspal). Langkah selanjutnya adalah mencampurkan bahan bersama dengan serat eceng gondok (termasuk penimbangan agregat, penggorengan agregat dengan aspal cair yang ditambahkan ke serat eceng gondok, pemadatan benda uji, pengukuran dan penimbangan, perendaman benda uji dalam air, dan pengujian benda uji dengan tes marshall). Dari hasil pengujian dan perhitungan menggunakan analisis regresi, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat eceng gondok dapat dilakukan pada Laston Tipe VI dengan variasi terbaik pada kisaran 0,30% - 0,36%.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, Laston Tipe VI, Serat Eceng Gondok

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara dengan beribu pulau yang memiliki keanekaragaman material dan kemampuan sumber daya. Dengan banyaknya Sumber Daya Alam (SDA) yang dimiliki Indonesia menyebabkan banyak Negara – Negara lain yang membeli SDA dari Indonesia. Dengan demikian maka akan banyak kendaraan – kendaraan besar yang melintasi setiap jalan di Indonesia, oleh sebab itu maka diperlukan perencanaan jalan yang sesuai untuk dilalui oleh kendaraan tersebut. Di wilayah Indonesia, umumnya perkerasan jalan yang digunakan yaitu perkerasan lentur. Hal ini dikarenakan banyak kelebihan yang dimiliki oleh perkerasan lentur, akan tetapi banyak pula kekurangannya. Akibat dari banyaknya kekurangan lapis perkerasan lentur atau faktor penyebab kerusakan jalan, maka jalan tersebut tidak bisa mencapai umur rencana.

Oleh sebab itu, dengan teknologi yang sudah ada akan dilakukan suatu penelitian dengan penambahan serat selulosa yang di peroleh dari serat eceng gondok sebagai bahan campuran aspal panas pada Laston Tipe VI.

Peneliti mengambil serat eceng gondok dikarenakan didaerah Lamongan terdapat banyak sekali tanaman eceng gondok yang mana oleh sebagian orang dianggap sebagai tanaman gulma yang mengganggu perairan sungai.

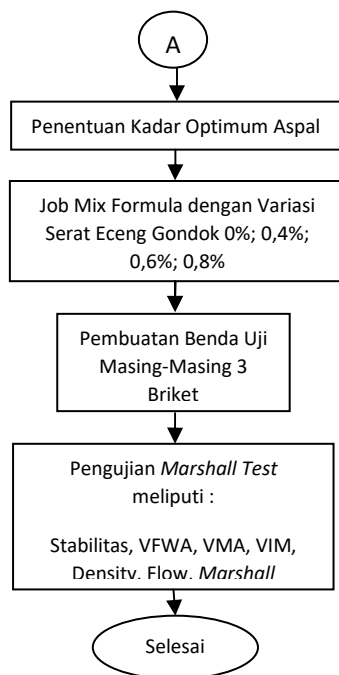
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan laston tipe VI SNI 03-1737-1989 dan untuk mengetahui nilai atau

hasil dari pengujian marshall pada laston tipe VI SNI 03-1737-1989.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan pembuatan benda uji yang dilakukan di Laboratorium Universitas Islam Lamongan. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah :





Gambar 1 Diagram Pembuatan Benda Uji
Sumber: Rancangan Penelitian, 2018

3. PEMBAHASAN

Pembuatan Serat Eceng Gondok

Adapun tahapan-tahapan pembuatan serat eceng gondok agar dapat digunakan sebagai serat selulosa untuk campuran laston khususnya Laston tipe VI meliputi : pengambilan tanaman eceng gondok dari daerah sungai dan peneliti menetapkan untuk mengambil eceng gondok dari daerah Dlanggu Kecamatan Deket Lamongan. Kemudian eceng gondok dibawa ke laboratorium untuk diambil batangnya dipotong dan di cuci bersih.

Eceng gondok yang sudah terpotong kecil dan bersih kemudian di gilingkan di tempat penggilingan bumbu yang ada dipasar, peneliti memilih untuk menggilingkan dipasar dikarenakan apabila proses pengolahan atau penggilingan dilakukan menggunakan alat sederhana (blender) bisa mengakibatkan kerusakan pada alat tersebut. Setelah selesai digilingkan eceng gondok diperas agar kandungan air yang ada dalam eceng gondok berkurang dan eceng gondok cepat kering sehingga tidak perlu memakan waktu yang lama untuk mengeringkannya.

Proses selanjutnya ialah proses pengeringan, dalam tahapan ini ada dua cara yang dapat digunakan yaitu dikeringkan menggunakan mesin oven, atau bisa dikeringkan secara manual dengan menggunakan bantuan sinar matahari.

Apabila serat eceng gondok telah kering, remas – remas dan ayak serat eceng gondok

hingga mendapatkan serat eceng gondok yang mendekati seperti bubuk.

Pemeriksaan Bahan Susun

Tahap pemeriksaan bahan susun yang meliputi pengujian agregat kasar yang mengacu pada SK SNI 1969-2008, pengujian agregat halus yang mengacu pada SK SNI 1970-2008 dan pengujian aspal yang mengacu pada SK SNI 2456-2011.

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

No	Jenis Pemeriksaan	Standart	Hasil
1	Berat Jenis Agregat Kasar	Min. 2,5 gr/cc	2,55 gr/cc
2	Penyerapan Agregat Kasar	3%	1,65 %
3	Berat Jenis Agregat Halus	Min. 2,5 gr/cc	2,56 gr/cc
4	Penyerapan Agregat Halus	Max 3%	1,79%
5	Penetrasi Aspal	60 – 79°C	67°C
6	Titik Nyala	Min. 200°C	329 °C
7	Titik Bakar	Min. 300 °C	334 °C
8	Berat Jenis Aspal	Min. 1,00	1,020 9
9	Titik Lembek Aspal	48 – 58 °C	49,5 °C

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari hasil pengujian bahan susun yang digunakan pada *Laston Tipe VI* semua pengujian memenuhi standart.

Perencanaan Campuran Kerja (Job Mix)

Pada tahap pembuatan *Job Mix Formula*, untuk memperoleh campuran Laston Tipe VI yang memenuhi spesifikasi SNI 03-1737-1989 maka diperlukan perencanaan campuran yang baik antar bahan penyusunnya. Perencanaan campuran ini dimaksudkan untuk menentukan proporsi agregat kasar, agregat halus, aspal dan serat eceng gondok. Berikut komposisi bahan susun campuran aspal sebelum ditambahkan dengan aspal cair dan serat eceng gondok.

Tabel 2 Komposisi Berat Tiap Briket

Ukuran Saringan	Mediu m Laston IV	Course Agrega t	Mediu m Agregat	Fine Agrega t
1 1/2"	100	0	0	0
1"	95	26,19	17,02	0
3/4"	91	20,95	13,62	0
1/2"	81	52,38	34,05	0
3/8"	-	-	-	-

No.4	61	104,76	68,09	91,93
No.8	48	68,10	44,26	30,64
No.30	30	94,29	61,28	42,43
No.50	21	47,14	30,64	21,22
No.100	14	36,67	23,83	16,50
No.200	9	26,19	17,02	11,79
Pan	-	47,14	30,64	21,22
Jumlah		523,82	340,45	235,73
Total Keseluruhan		1100 gram		

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari hasil komposisi berat tiap *briket*, kemudian mencari kadar optimum aspal beserta berat aspal.

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%Filler) + \text{Konstanta}$$

$$Pb = 0,035(39) + 0,045(52) + 0,18(9) + 0,75$$

$$Pb = 6,08\% \text{ dari berat total agregat}$$

Keterangan:

Pb : Kadar Aspal Optimum (KAO)

CA : *Coarse Aggregate*, tertahan di saringan No.8

FA : *Fine Aggregate*, lolos di saringan No.8 dan tertahan di saringan No.200

F : *Filler*, lolos di saringan No.200

Konstanta: 0,5 – 1 untuk Laston

Dari perhitungan kadar optimum aspal, maka dapat dihitung berat aspal dalam satu buah benda uji (*briket*).

$$\text{Berat aspal} = \text{berat benda uji} \times \text{kadar aspal}$$

$$\text{Berat aspal} = 1100 \text{ gram} \times 6,08\%$$

$$\text{Berat aspal} = 66,88 \text{ gram}$$

Setelah diketahui berat aspal, kemudian menghitung berat eceng gondok. Direncanakan berat eceng gondok 0,4%; 0,6% dan 0,8% dari berat aspal.

Tabel 3 Perhitungan Eceng Gondok

Berat	Perhitungan	Hasil Perhitungan
0,4 %	$0,04\% \times 66,88$	0,27 gram
0,6 %	$0,06\% \times 66,88$	0,40 gram
0,8 %	$0,08\% \times 66,88$	0,54 gram
Jumlah Kebutuhan Eceng Gondok		1,20 gram

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Proses Pencampuran

Setelah hasil perhitungan telah diketahui maka timbang tiap agregat sesuai dengan hasil yang ada. Besarnya penambahan serat eceng gondok ini bervariasi dari 0%; 0,4%; 0,6% dan

0,8% dari berat aspal. Maka pembuatan benda uji berjumlah 12 buah (3 x 4 variasi).

Apabila semua agregat telah ditimbang sesuai nomor saringan, campur semuanya menjadi satu antara agregat kasar dan agregat halus, kemudian masak dalam wajan hingga suhu 100°C, masukkan serat eceng gondok sesuai dengan varian yang telah ditentukan, dan tambahkan aspal sesuai dengan perhitungan, kemudian masak kembali hingga semua bahan tercampur rata dengan aspal.

Apabila semua bahan telah tercampur rata dengan aspal cair, maka masukkan campuran aspal kedalam cetakan. Setelah campuran aspal masuk kedalam cetakan tumbuk benda uji (*briket*) sebanyak 75 kali, kemudian balik *briket* dan tumbuk lagi sebanyak 75 kali. Hal ini dimaksudkan agar campuran aspal menjadi padat, setelah agak dingin lepas benda uji (*briket*) dari cetakan menggunakan alat *ejector*, benda uji (*briket*) siap di rendam dan diuji.

Hasil Pengujian Marshall Test

Setelah benda uji selesai dibuat dan telah direndam selama 24 jam maka perlu dilakukan pengujian agar dapat diketahui berapa nilai ketahanan (*stabilitas*) campuran aspal dengan agregat terhadap kelelahan plastis (*flow*).

Adapun cara pengujiannya ialah ambil benda uji (*briket*) dalam rendaman, keringkan *briket* dengan kain hingga mencapai nilai SSD kemudian timbang berapa beratnya, dan jangan lupa timbang pula agregat waktu berada didalam air. Setelah itu masukkan *briket* kedalam bak perendam (*waterbath*) pada suhu 20°C selama 30 menit, hal ini dilakukan agar dapat diketahui seberapa kekuatan aspal apabila diletakkan dalam kondisi dingin maupun panas.

Pengujian *Marshall Test* dilakukan secara bertahap, 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*.

Dari pengujian dan perhitungan *Marshall Test* pada *Laston Tipe VI*, kemudian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil *Marshall Test Laston Tipe VI*

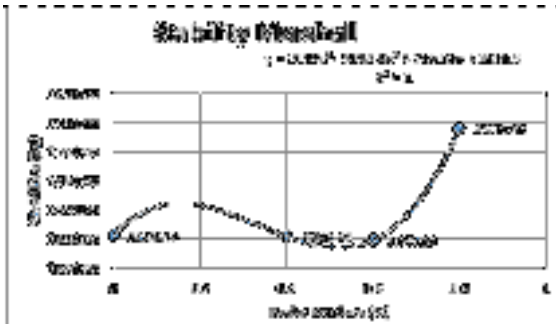
Serat	Stbilitas	VFWA	VMA	VIM	Densitas	Flores	MQ
	as	(%)	(%)	(%)	(gr/cc)	(mm)	(kg/m ³)
Selulosa	(kg)						
0%	1356,49	65,11	14,44	2,50	2,30	4,05	334,45
0,4%	1354,21	62,79	14,93	3,06	2,29	3,52	386,92
0,6%	1347,8	66,12	14,0	2,0	2,31	4,0	520,58

	1	8	9	3			
0,8%	1539,8	56,62	16,1	4,4	2,25	4,8	326,18
	2		2	1		3	
Spek	Min.55	Min.6	Min.1	3 -	-	2 - 4	200-
	0	5	5	5			350

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Stabilitas Marshall

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti alur atau gelombang. Pada standart SNI 03-1737-1989 untuk terdapat syarat minimum yang harus dicapai yaitu minimum 550kg untuk lalu lintas berat.



Gambar 2 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan Stabilitas

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

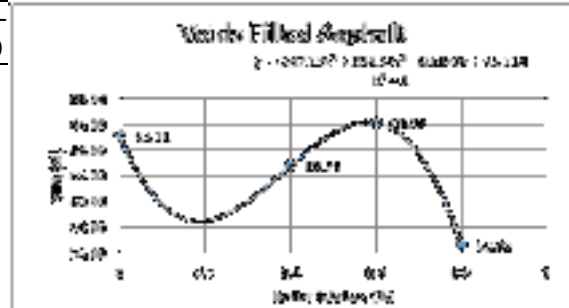
Pada gambar 2 dijelaskan nilai yang diperoleh dari pengujian stabilitas mengalami penurunan dan kenaikan, akan tetapi penurunan dan kenaikan tersebut masih dalam standart. Adapun penurunan tersebut disebabkan oleh volume antara agregat yang terlalu tinggi dan penguncian antar partikelnya yang kurang merata pada saat pencampuran maupun pada saat penggorengan. Sedangkan peningkatan disebabkan oleh penguncian bahan susun agregat serta aspal dengan penambahan serat eceng gondok yang mampu bercampur dengan baik.

Dapat dilihat dari gambar hubungan kadar selulosa dengan stabilitas bahwa nilai dari stabilitas mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil. Dari grafik gambar 2 dijelaskan untuk mencari nilai ideal stabilitas pada puncak tertinggi yaitu dengan penambahan variasi 0,8% dengan nilai stabilitas 1539,82 kg.

Void Filled with Asphalt (VFWA)

VFWA (*Void Filled with Asphalt*) adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang dinyatakan dalam prosentase. Pada pengujian VFWA ini mengalami kenaikan maupun penurunan. Meskipun nilai VFWA mengalami kenaikan dan penurunan, masih ada nilai penambahan serat

eceng gondok yang masuk dalam standart SNI, adapun nilai SNI yang harus dicapai ialah lebih dari 65%.



Gambar 3 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan VFWA

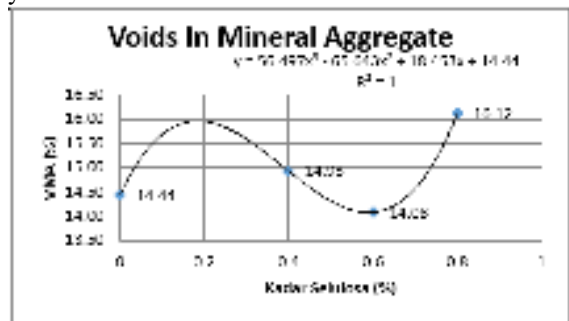
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Nilai penambahan serat eceng gondok tertinggi apabila dilihat dari gambar 3 terjadi pada penambahan variasi sebesar 0,6% dengan nilai VFWA yang diperoleh yaitu 66,12%. Akan tetapi apabila dihitung menggunakan perhitungan regresi seperti pada tabel 8, nilai tertinggi terdapat pada penambahan variasi 0,58% dengan nilai VFWA 66,17%.

Nilai ini sesuai dengan standart yang telah ada, yang mana standart untuk VFWA ialah minimal 65%.

Void in Mineral Aggregate (VMA)

VMA (*Void in Mineral Aggregate*) adalah rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan. Dalam persyaratan untuk campuran *Laston Tipe VI* batas yang harus dicapai yaitu minimal 15%.



Gambar 4 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan VMA

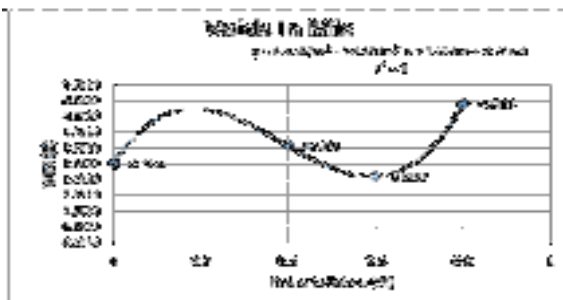
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari grafik gambar 4 dapat dilihat bahwa penambahan serat eceng gondok ini mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar serat eceng gondok yang digunakan tidak dapat mengikat aspal dan agregat dengan baik, sehingga menimbulkan rongga yang cukup besar.

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa nilai VMA terbaik yang masuk dalam standart SNI terdapat dalam penambahan varian eceng gondok 0,04%-0,38% yaitu dengan nilai VMA 15,08% - 15,107%, kemudian nilainya turun sehingga tidak masuk dalam standart yang ada, akan tetapi pada penambahan 0,74%-0,8% serat eceng gondok nilai VMA naik lagi sehingga memenuhi standart. Adapun nilai VMA tertinggi terdapat pada penambahan 0,8% dengan nilai VMA 16,12%.

Void in the Mix (VIM)

VIM (*Voids in the Mix*) menunjukkan prosentase rongga dalam campuran aspal. Dalam spesifikasi SNI 03-1737-1989 untuk campuran *Laston Tipe VI*, batas yang harus dicapai yaitu minimal 3 – 5 %.



Gambar 5 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan VIM
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

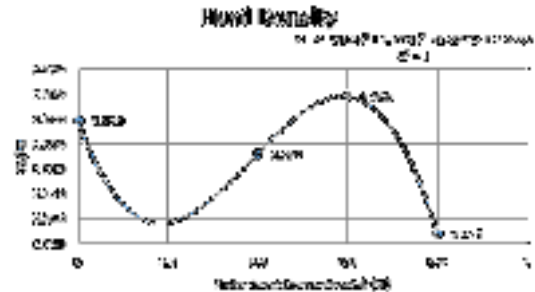
Pada penelitian ini, untuk aspal tanpa variasi justru nilai VIM nya tidak memenuhi persyaratan. Namun seiring penambahan variasi juga mengalami kenaikan atau penurunan.

Dari grafik gambar 5, dijelaskan puncak terbaik untuk penambahan serat eceng gondok terjadi pada penambahan variasi sebesar 0,1% - 0,4% dengan nilai VIM yang diperoleh yaitu 3,92% - 3,06%. Kemudian nilai VIM turun dan tidak masuk dalam standart, akan tetapi seiring dengan ditambahkannya serat eceng gondok nilai VIM akhirnya naik lagi yaitu dari penambahan 0,74%-0,8% dengan nilai VIM 3,18%-4,41%. Sedangkan nilai VIM tertinggi terdapat pada penambahan 0,8% serat eceng gondok yaitu dengan nilai 4,409%.

Density (Kepadatan)

Density (kepadatan) merupakan berat isi dari campuran yang menunjukkan tingkat kerapatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Penambahan serat eceng gondok menyebabkan kenaikan dan penurunan. 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 penumbukan.

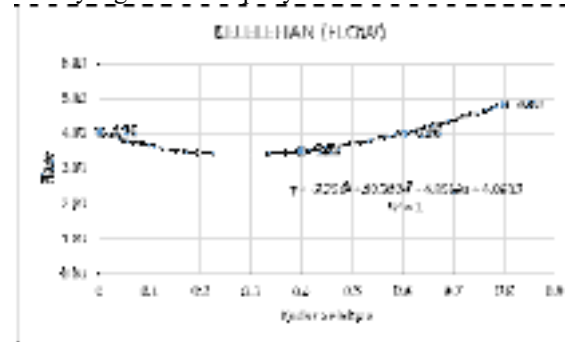


Gambar 6 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan Kepadatan/Density
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari grafik gambar 6 hubungan kadar selulosa dengan *density*, dapat dilihat nilai *density* tertinggi pada puncak grafik tersebut adalah pada variasi 0,54% - 0,64% dengan nilai *density* 2,31 gr/cc.

Flow (Kelelehan)

Kelelehan (*flow*) merupakan indikator kelenturan campuran beraspal panas dalam menahan beban lalu lintas. Dalam spesifikasi SNI 03-1737-1989 untuk campuran *Laston Tipe VI*, batas yang harus dicapai yaitu antara 2 - 4 mm.



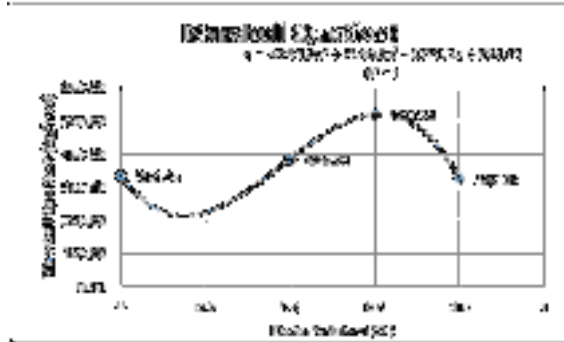
Gambar 7 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan Kelelehan (Flow)
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari grafik gambar 7, didapat nilai *flow* terbaik pada variasi 0,3% - 0,58% sehingga diperoleh hasil memenuhi dalam standart yang ditentukan yaitu 3,42 mm – 3,97 mm. Adapun nilai *flow* tertinggi terdapat pada penambahan 0,58% dengan nilai 3,97 mm.

Untuk penambahan serat eceng gondok 0,8% memang nilai *flow* terlihat paling tinggi, akan tetapi nilai tersebut tidak masuk dalam standart SNI yang ada, dikarenakan standart SNI ialah 2 mm – 4 mm.

Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi nilai antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Marshall Quotient merupakan indikator dalam menentukan nilai fleksibilitas kelenturan terhadap keretakan. Dalam spesifikasi SNI 03-1737-1989 untuk campuran Laston, batas yang harus dicapai yaitu antara 200 – 350 kg/mm.



Gambar 8 Grafik Model Hubungan Kadar Selulosa dengan Marshall Quotient
Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Dari grafik gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai Marshall Quotient tertinggi terdapat pada penambahan serat eceng gondok 0,6% yaitu dengan nilai Marshall Quotient 520,58 kg/mm. akan tetapi nilai tersebut tidak sesuai dengan standart SNI yang ada, yang mana standart dari Marshall Quotient ialah 200-350 kg/mm.

Maka dari itu dilakukan perhitungan MQ dengan menggunakan perhitungan regresi, sehingga didapatkan nilai MQ yang sesuai dengan standart yang ada yaitu dengan menambahkan

0,02% - 0,36% serat eceng gondok, dengan demikian diperoleh nilai MQ yang sesuai dengan standart yaitu 302,74 kg/mm – 347,19 kg/mm.

Dari hasil pembahasan hasil pengujian *marshall properties*, kemudian data-data tersebut dibuat tabel penarikan kesimpulan dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel 2013*. Akan tetapi sebelumnya dilakukan perhitungan dengan rumus regresi agar hasil yang dicapai lebih detail.

Dari data pada tabel 6, maka dapat diambil kesimpulan bahwa garis penambahan ideal serat eceng gondok pada *Laston Tipe VI* ditunjukkan pada variasi penambahan 0,3% - 0,36%. Dari 7 pengujian *Marshall Properties*, semua memenuhi standart akan tetapi ada 1 pengujian yang tidak lurus dengan garis kesimpulan yaitu pengujian VFA/VFWA (*Voids Filled with Asphalt*) karena nilai yang masuk standart berada pada campuran 0,5%-0,66%. Akan tetapi hal tersebut tidak mempengaruhi dalam penarikan kesimpulan pengambilan serat ideal.

Keterangan untuk tabel 6 :

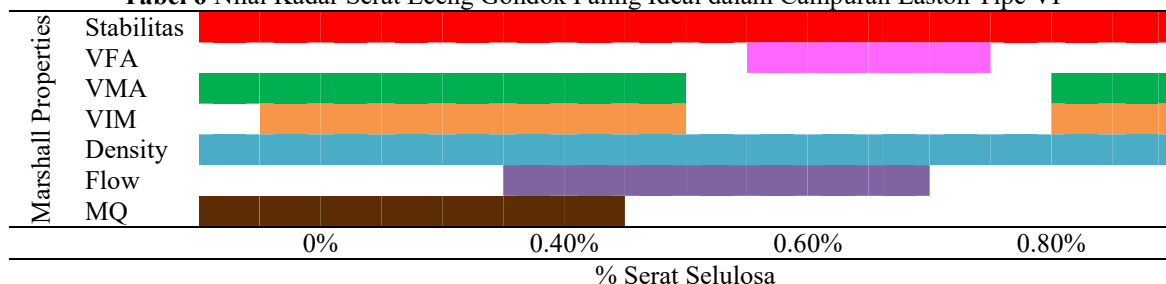
- Warna merah : hasil pengujian stabilitas
- Warna pink : hasil pengujian VFA
- Warna hijau : hasil pengujian VMA
- Warna Orange : hasil pengujian VIM
- Warna biru : hasil pengujian *density* (kepadatan)
- Warna ungu : hasil pengujian *flow* (kelelahan)
- Warna coklat : hasil pengujian *marshall quotient*

Tabel 5 Rumus Regresi untuk Perhitungan *Marshall Properties*

No	Karakteristik Marshall	Persamaan Regresi	R ²
1	Stabilitas	$y = 3155x^3 - 3198.8x^2 + 769.03x + 1356.5$	1
2	VFWA	$y = -247.15x^3 + 284.57x^2 - 80.088x + 65.114$	1
3	VMA	$y = 56.497x^3 - 65.643x^2 + 18.453x + 14.44$	1
4	VIM	$y = 64.382x^3 - 74.805x^2 + 21.028x + 2.4981$	1
5	Density	$y = -1.5182x^3 + 1.764x^2 - 0.4959x + 2.2992$	1
6	Flow	$y = -3.75x^3 + 10.292x^2 - 4.8583x + 4.0533$	1
7	MQ	$y = -6244.9x^3 + 7140.1x^2 - 1725.7x + 334.45$	1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 6 Nilai Kadar Serat Eceng Gondok Paling Ideal dalam Campuran Laston Tipe VI



Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4. KESIMPULAN

Dari uraian diatas, maka penulis dapat menarik kesimpulan tentang proses pembuatan benda uji Laston Tipe VI SNI 03-1737-1989 sebagai berikut : pembuatan serat eceng gondok, pemeriksaan bahan susun (pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan aspal), pembuatan *job mix formula*, dan tahap pencampuran *Laston Tipe VI* hingga menjadi benda uji (briket).

Dari hasil penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan variasi serat eceng gondok terbaik pada Laston Tipe VI dapat dilakukan pada prosentase penambahan serat eceng gondok sebesar 0,3% - 0,36%. Hal ini telah dihitung dengan rumus perhitungan regresi.

Diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian yang akan datang, agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan penelitian.

Agar peneliti yang akan datang lebih berhati-hati dalam melakukan penelitian, baik saat proses

perhitungan, penimbangan, pembuatan benda uji, maupun pengujian benda uji.

REFERENSI

- SNI.(1989). *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. SNI 03-1737-1989.
- SNI.(2008). *Metode Pengujian Agregat Kasar*. SK SNI 1969-2008.
- SNI.(2008). *Metode Pengujian Agregat Halus*. SK SNI 1970-2008.
- SNI.(2011). *Metode Pengujian Penetrasi Aspal*. SK SNI 2456-2011.
- SNI.(2011). *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal*. SK SNI 2434-2011.
- SNI.(2011). *Metode Pengujian Titik Nyala dan Bakar Aspal*. SK SNI 2433-2011.
- SNI.(2011). *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal*. SK SNI 2441-1991.
- SNI.(2014). *Metode Pengujian Marshall Test*. RSNI 3-2489-2014.