

Analisis Campuran *Split Mastic Asphalt* dengan Bahan Tambah Abu Serat Jute

Arifuddin¹, Fadli Fahriansah², Winarno Arifin³, Asma Massara⁴, Salim⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: ¹arifuddinwb98@gmail.com; ²fadlifahriansah@gmail.com; ³winarno.arifin@umi.ac.id;

⁴asma.massara@umi.ac.id; ⁵salim.salim@umi.ac.id

ABSTRAK

Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) memerlukan bahan stabilisasi yang berupa serat selulose dimana terdapat berbagai macam sumber serat selulosa di alam, salah satunya adalah serat jute. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu serat jute dengan kadar 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% pada campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) terhadap karakteristik Marshall dan nilai deformasinya, serta menentukan kadar abu serat jute optimum yang dibutuhkan untuk meningkatkan kinerja campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental, yang kemudian menggunakan analisis regresi untuk melihat hubungan antara variabel-variabelnya. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,75%, serta kadar abu serat jute optimum sebesar 1% karena terjadi peningkatan nilai karakteristik Marshall yaitu nilai Stabilitas 692,663 kg, nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) 18,289%, *Voids Filled with Asphalt* (VFA) 75,129%, *density* 2,249 kg/mm³, dan *Marshall Quotient* (MQ) 238,944 kg/mm, serta menurunkan nilai *flow* hingga 2,800 mm dan *Voids in Mix* (VIM) 4,473%. Penambahan abu serat jute optimum juga menaikkan nilai stabilitas dinamis hingga 1702,70 lintasan/mm dan menurunkan nilai deformasi hingga 2,98 mm, nilai deformasi plastis awal (D0) sebesar 0,9 mm, dan laju deformasi sebesar 0,0247 mm/menit.

Kata Kunci: *Split Mastic Asphalt*, abu serat jute, karakteristik Marshall, nilai deformasi

ABSTRACT

Split Mastic Asphalt (SMA) mixture requires a stabilizing material in the form of cellulose fiber where there are various sources of cellulose fiber in nature, one of which is jute fiber. This study aims to analyze the effect of adding jute fiber ash with levels of 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1% to a mixture of *Split Mastic Asphalt* (SMA) on Marshall characteristics and values. deformation, and determine the optimum ash content of jute fiber needed to improve the performance of the *Split Mastic Asphalt* (SMA) mixture. The method used in this research is experimental, which then uses regression analysis to see the relationship between the variables. Based on the test results, the optimum asphalt content was 6.75%, and the optimum jute fiber ash content was 1% due to an increase in the value of Marshall characteristics, namely the Stability value of 692.663 kg, the value of *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) 18.289%, *Voids Filled with Asphalt* (VFA) 75.129%, *density* 2,249 kg/mm³, and *Marshall Quotient* (MQ) 238,944 kg/mm, and reduce the flow value to 2,800 mm and *Voids in Mix* (VIM) 4,473%. The addition of optimum jute fiber ash also increased the dynamic stability value up to 1702.70 passes/mm and reduced the deformation value to 2.98 mm, the initial plastic deformation value (D0) was 0.9 mm, and the deformation rate was 0.0247 mm/min.

Keywords: *Split Mastic Asphalt*, jute fiber ash, Marshall characteristics, deformation value

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Presiden Republik Indonesia, 2004) Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 146.858.759 unit yang terdiri dari kendaraan berat, ringan, dan sepeda motor. (Priyambodo, 2018). Hal ini mengakibatkan jalan setiap harinya menerima beban yang bervariasi, sehingga mengakibatkan jalan tersebut mengalami kerusakan sebelum umur layanannya berakhir.

Split Mastic Asphalt (SMA) adalah campuran beton aspal menggunakan gradasi terbuka atau senjang, dengan rongga campuran cukup besar. Rongga campuran ini diisi aspal sehingga kandungan aspal cukup tinggi. Aspal yang digunakan aspal minyak, yang digunakan pada beton aspal biasa. Kadar aspal yang tinggi akan mengakibatkan *flow* campuran yang tinggi pula, sehingga memungkinkan perubahan plastis permanen, yang akan mengakibatkan *rutting*, pada permukaan jalan. Untuk menghindari hal tersebut, campuran diberi bahan stabilisasi yang berupa serat selulose (Saodang, 2005). Terdapat berbagai macam sumber serat selulosa di alam, salah satunya adalah serat jute. (Suliyanthini, 2016)

Pengujian deformasi permanen menggunakan alat Wheel Tracking merupakan suatu simulasi, dimana beban roda bergerak maju mundur melintas di atas benda uji. Ketahanan deformasi dari benda uji yang telah ditetapkan, dapat diukur dengan melihat hasil yang diperoleh dari kedalaman alur (*rut depth*) setelah dilalui sejumlah lintasan, atau laju deformasi (RD, Rate of Deformation) dalam mm/menit. Disamping itu juga dapat diukur nilai stabilitas dinamis (DS, Dynamic Stability), yaitu jumlah lintasan yang diperlukan untuk

membentuk alur sedalam 1 mm. (“*Shell Bitum. Handbook*, 6th Ed.,” 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah pengaruh dari penambahan abu serat jute pada campuran perkerasan *Split Mastic Asphalt* (SMA) terhadap karakteristik *Marshall*?
- 2) Bagaimanakah pengaruh dari penambahan abu serat jute terhadap nilai deformasi campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA)?
- 3) Berapa kadar abu serat jute optimum yang dibutuhkan agar dapat meningkatkan kinerja campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA)?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menambah variasi dalam pencampuran beton aspal, dalam kasus ini adalah *Split Mastic Asphalt* (SMA).

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut

- 1) Untuk menganalisis pengaruh dari penambahan abu serat jute pada campuran perkerasan *Split Mastic Asphalt* (SMA) terhadap karakteristik *Marshall*.
- 2) Untuk menganalisis pengaruh dari penambahan abu serat jute terhadap nilai deformasi *Split Mastic Asphalt* (SMA).
- 3) Untuk menentukan kadar abu serat jute optimum yang dibutuhkan agar dapat meningkatkan kinerja campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia. Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Penelitian campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) dilakukan dengan menggunakan peraturan SNI 8129:2015 tentang spesifikasi *Stone Matriks Asphalt* (SMA) dan Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 Divisi 6 tentang campuran beraspal panas.

Perencanaan campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) menggunakan metode *Marshall* untuk mencari nilai kadar aspal optimum, kemudian metode *Marshall* lagi dan pengujian *Wheel Tracking* untuk mencari nilai kadar abu serat jute optimum.

2.1 Tahapan Penelitian

Persiapan Penelitian

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat campuran beton aspal dikumpulkan berdasarkan jenis-jenisnya untuk dilakukan pemeriksaan.

Pemeriksaan Benda Uji

1. Pemeriksaan Aspal keras berupa pemeriksaan penetrasi aspal, titik lembek, titik nyala, titik bakar, daktilitas dan berat jenis aspal keras.
2. Pemeriksaan agregat berupa berat jenis dan penyerapan agregat. *soundness test*, analisa saringan, berat isi agregat, *sand equivalent* dan keausan.
3. Pemeriksaan Abu Jute berupa analisa saringan dan berat jenis.

Penentuan Komposisi Campuran

Gradasi untuk penggabungan campuran menggunakan metode *Trial and Error*. Dengan spesifikasi ideal untuk *split* 1-2 50%, *split* 0,5-1 28%, dan abu batu 22%.

Penentuan Kadar Aspal Rencana

Data hasil pengujian gradasi agregat kasar dapat dilihat pada tabel 1, berikut:

Benda uji dibuat dengan variasi kadar aspa; 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% berdasarkan pendekatan *asphalt institute*, masing-masing kadar aspal dibuatkan 3 briket yang kemudian diuji *Marshall*.

Uji Marshall

Pengujian *Marshall* dimaksudkan untuk mendapatkan hasil dari kinerja campuran, yaitu nilai stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), *density*, *Voids in Mineral Aggregate* (VMA), *Voids Filled with Asphalt* (VFA), dan *Void in Mix* (VIM).

Uji Wheel Tracking

Pengujian *Wheel Tracking* dimaksudkan untuk mendapatkan hasil dari kinerja campuran yaitu nilai deformasi plastis awal (D0), nilai stabilitas dinamis (DS), dan nilai laju deformasi (RD).

2.2 Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam mengolah data yaitu metode analisis regresi. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pola relasi atau hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebasnya dengan tingkat kesalahan yang kecil.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Tabel 1 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Jenis Saringan		% Lolos Saringan	
		Agregat 1–2	Agregat 0,5–1
3/4"	(19,1 mm)	100	100
1/2"	(12,7 mm)	86,38	100
3/8"	(9,52 mm)	23,78	99,07
No. 4	(4,75 mm)	0	29,32
No. 8	(2,36 mm)	0	0,70
No. 200	(0,075 mm)	0	0

Data hasil pengujian karakteristik agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2, berikut:

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Spesifikasi		Hasil Pengujian	
	Min.	Maks.	Agregat 1–2	Agregat 0.5–1
Berat Jenis (Bulk)	2,4	2,9	2,56	2,46
Berat Jenis (SSD)	2,4	2,9	2,62	2,52
Berat Jenis Semu (Apparent)	2,4	2,9	2,73	2,62
Water Absorption	–	3%	2,45	2,35
Berat Isi Gembur (gr/cm ³)	1,4	1,9	1,426	1,436
Berat isi padat (gr/cm ³)	1,4	1,9	1,503	1,518
Soundness Test #3/8" (%)	–	12	1.354	
Abrasi dengan Mesin Los Angeles (%)	–	40	24.40	26,80
Kelekatan Agregat terhadap Aspal	95%	–		

3.2 Hasil Pengujian Agregat Halus (Abu Batu)

Data hasil pengujian gradasi agregat halus dapat dilihat pada tabel 3, berikut:

Tabel 3 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus (Abu Batu)

Jenis Saringan		% Lolos Saringan Abu Batu
3/4"	(19,1 mm)	100
1/2"	(12,7 mm)	100
3/8"	(9,52 mm)	100
No. 4	(4,75 mm)	100
No. 8	(2,36 mm)	81,95
No. 200	(0,075 mm)	40,75

Data hasil pengujian gradasi agregat halus dapat dilihat pada tabel 4, berikut:

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus (Abu Batu)

Pengujian	Spesifikasi		Hasil Pengujian
	Min.	Maks.	
Berat Jenis (Bulk)	2,4	2,9	2,59
Berat Jenis (SSD)	2,4	2,9	2,71
Berat Jenis Semu (Apparent)	2,4	2,9	2,52
Water Absorption	–	3%	2,87
Sand Equivalent (%)	60	–	80,82
Berat Isi Gembur (gr/cm ³)	1,4	1,9	1,520
Berat Isi Padat (gr/cm ³)	1,4	1,9	1,768
Soundness Test #50 (%)	–	10	3.115

3.3 Hasil Pengujian Filler (Abu Serat Jute)

Data hasil pengujian gradasi abu serat jute dapat dilihat pada tabel 5, berikut:

Tabel 5 Hasil Pengujian Gradasi Filler (Abu Serat Jute)

Jenis Saringan		% Lolos Saringan Abu Batu
No. 30	(0,59 mm)	100
No. 50	(0,279 mm)	97,60
No. 100	(0,149 mm)	88,50
No. 200	(0,075 mm)	78,50

Data hasil pengujian berat jenis abu serat jute dapat dilihat pada tabel 6, berikut:

Tabel 6 Hasil Pengujian Berat Jenis Filler (Abu Serat Jute)

Pengujian	Hasil Pengujian
Berat Jenis	0,44

3.4 Hasil Pengujian Aspal

Data hasil pengujian gradasi abu serat jute dapat dilihat pada tabel 7, berikut:

Tabel 7 Hasil Pengujian Aspal

Pengujian	Spesifikasi		Hasil Pengujian
	Min.	Maks.	
Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	60	79	68,3
Titik Lembek (°C)	48	-	53
Daktilitas pada 25°C (cm)	100	-	152,5
Titik Nyala (°C)	200	-	323
Berat Jenis	1,0	-	1,065

Berdasarkan tabel 1, tabel 2, tabel 3, tabel 4, tabel 5, tabel 6 dan tabel 7, semua bahan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 dan Standar Nasional Indonesia untuk jenis pengujiannya masing-masing.

3.5 Hasil dan Analisa Pengujian Marshall untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

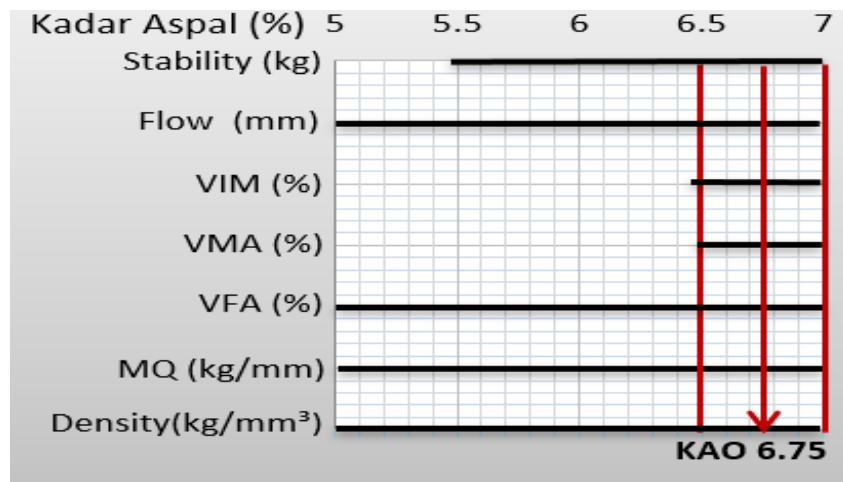
Data hasil rekapitulasi karakteristik Marshall untuk mencari kadar aspal optimum dapat dilihat pada tabel 8, berikut:

Tabel 8 Rekapitulasi Karakteristik Marshall

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
	Kadar Aspal (%)	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Stabilitas (kg)	595,922	631,394	653,966	638,488	604,750	Min. 600
Flow (mm)	3,37	3,13	2,97	3,17	3,40	2–4,5
VIM (%)	6,604	5,751	5,070	4,786	4,628	4–5%
VMA (%)	15,815	16,050	16,442	17,181	18,020	Min. 17%
VFA (%)	58,294	64,317	69,168	72,144	74,327	–
Density (kg/mm ³)	2,250	2,255	2,257	2,249	2,238	–
MQ (kg/mm)	177,824	202,206	220,685	201,879	196,157	–

Berdasarkan tabel 8, nilai kadar aspal optimum ditentukan menggunakan metode *Barchart* pada gambar 1, dimana kadar aspal optimum merupakan nilai tengah dari rentang kadar aspal

maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi, dari gambar 1 kadar aspal 6,75% digunakan sebagai kadar aspal optimum.



Gambar 1 Grafik penentuan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)

3.6 Hasil dan Analisa Pengujian *Marshall* terhadap Penggunaan Bahan Tambah Abu Serat Jute berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

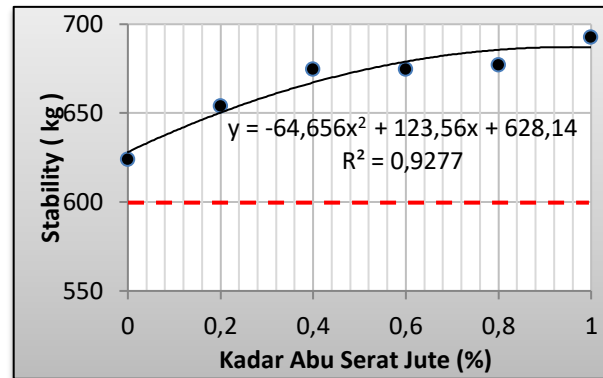
Data hasil rekapitulasi karakteristik *Marshall* terhadap penggunaan bahan tambah abu serat jute berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat dilihat pada tabel 9, berikut:

Tabel 9 Rekapitulasi Karakteristik *Marshall* Terhadap Penggunaan Bahan Tambah Abu Serat Jute Berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian							Spesifikasi
Kadar Aspal Optimum (%)	6,75							6 – 7%
Kadar Abu Jute (%)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	—	
Stabilitas (kg)	624,098	653,966	674,766	674,604	677,184	692,663		Min. 600
Flow (mm)	3,267	2,983	2,917	2,967	3,000	2,800		2–4,5
VIM (%)	4,742	4,675	4,599	4,493	4,473	4,549		4–5%
VMA (%)	17,570	17,688	17,800	17,855	18,046	18,289		Min. 17%
VFA (%)	73,043	73,603	74,286	75,049	75,303	75,129		—
Density (kg/mm³)	2,242	2,244	2,246	2,248	2,249	2,247		—
MQ (kg/mm)	191,073	219,191	231,366	227,600	225,939	238,944		—

Hasil data yang diperoleh pada tabel 9, kemudian diinterpretasikan kedalam grafik

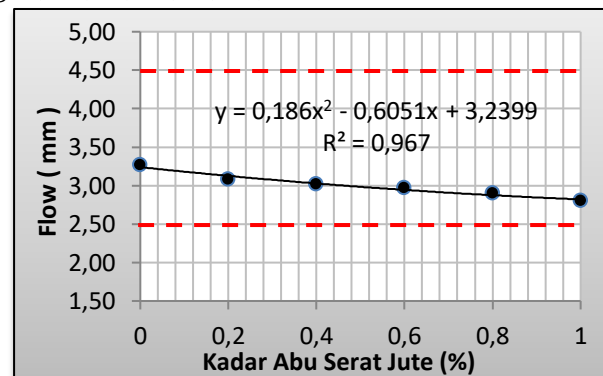
untuk melihat perbandingan antara variabel-variabelnya.



Gambar 2 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap stabilitas

Dari hasil analisa gambar 2 menunjukkan bahwa nilai stabilitas pada campuran mengalami peningkatan setiap penambahan persentase kadar abu serat jute pada rentang 0,2%, 0,4%, 0,6%,

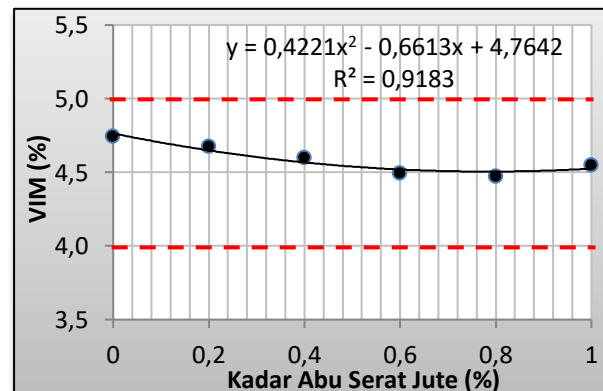
0,8%, dan 1%. Hal ini menunjukkan bahwa abu serat jute yang dipakai dapat meningkatkan nilai stabilitas dari campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA).



Gambar 3 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap *flow*

Dari hasil analisa gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *flow* pada campuran mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu serat jute. Hal ini menunjukkan aspal dan abu serat jute

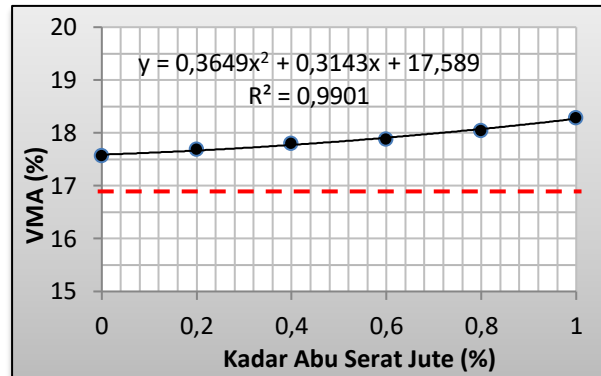
mengisi rongga-rongga yang kosong sehingga meningkatkan sifat saling mengunci antara agregat dan nilai keruntuhan yang terjadi akan menjadi rendah.



Gambar 4 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap *Voids in Mix* (VIM)

Dari hasil analisa gambar 4 menunjukkan bahwa nilai *Voids In Mix* (VIM) pada campuran terus mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu serat jute. Hal ini menunjukkan semakin tinggi

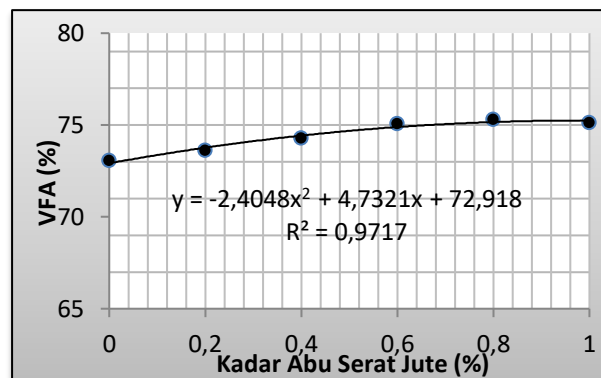
persentase kadar abu serat jute yang digunakan, maka rongga kosong dalam campuran akan terisi oleh aspal dan abu serat jute, sehingga campuran tidak mudah teroksidasi dan tidak mudah getas.



Gambar 5 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap *Voids in Mineral Aggregate* (VMA)

Dari hasil analisa gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *Voids In Mineral Aggregate* (VMA) pada campuran terus naik seiring dengan bertambahnya kadar abu serat jute. Hal ini menunjukkan semakin tinggi

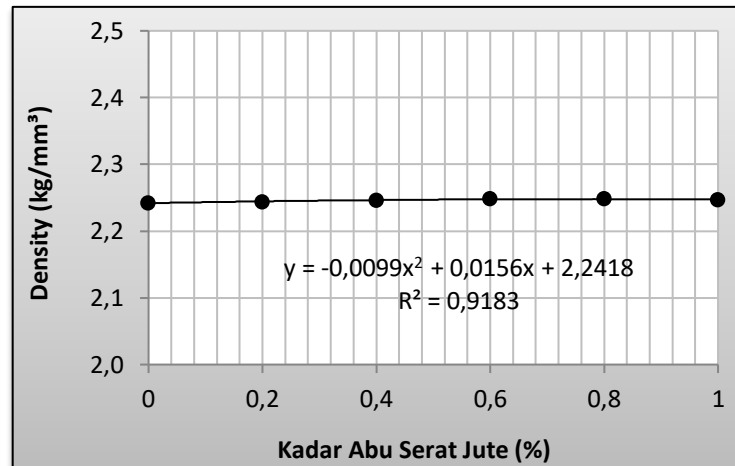
persentase kadar abu serat jute maka akan semakin banyak pula lapisan aspal dan abu serat jute yang mengisi rongga antara butiran agregat.



Gambar 6 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap *Voids Filled with Asphalt* (VMA)

Dari hasil analisa gambar 6 menunjukkan bahwa nilai *Voids Filled with Asphalt* (VFA) pada campuran terus mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar abu serat jute. Hal ini menunjukkan seiring dengan penambahan persentase abu serat jute dapat mengurangi

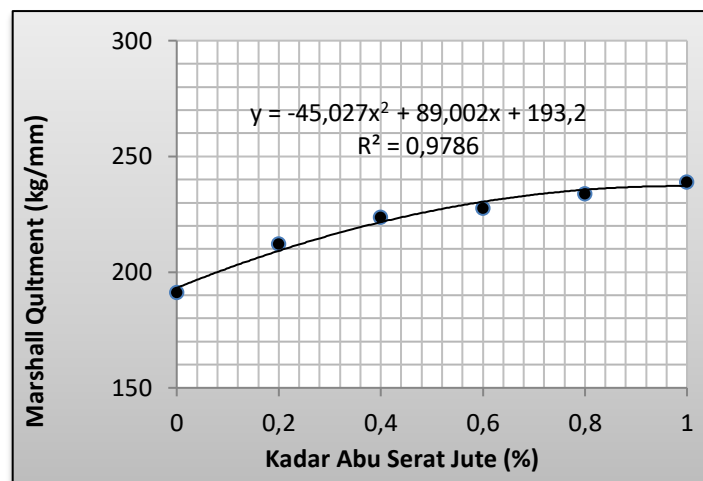
persentase rongga dalam campuran dan rongga antara agregat akibat diisi oleh aspal dan abu serat jute.



Gambar 7 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap *Density*

Dari hasil analisa gambar 7 menunjukkan bahwa nilai *Density* pada campuran tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal ini menjelaskan bahwa semakin

tinggi persentase kadar abu serat jute menyebabkan semakin rendahnya nilai *Density* dikarenakan semakin padatnya campuran.



Gambar 8 Grafik hubungan kadar abu serat jute terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

Dari hasil analisa gambar 8 menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada campuran terus naik seiring bertambahnya kadar abu jute. Hal ini menunjukkan meningkatnya nilai kekakuan dari campuran. Nilai kadar abu serat jute optimum ditentukan menggunakan metode *Barchart*. Kadar abu serat jute dengan nilai 1% menjadi kadar paling optimum karena Data hasil rekapitulasi pengujian *Wheel Tracking* terhadap penggunaan bahan tambah abu serat jute berdasarkan Kadar

meningkatkan nilai stabilitas dan menurunkan nilai *flow* dari campuran.

3.7 Hasil dan Analisa Pengujian *Wheel Tracking* terhadap Penggunaan Bahan Tambah Abu Serat Jute berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

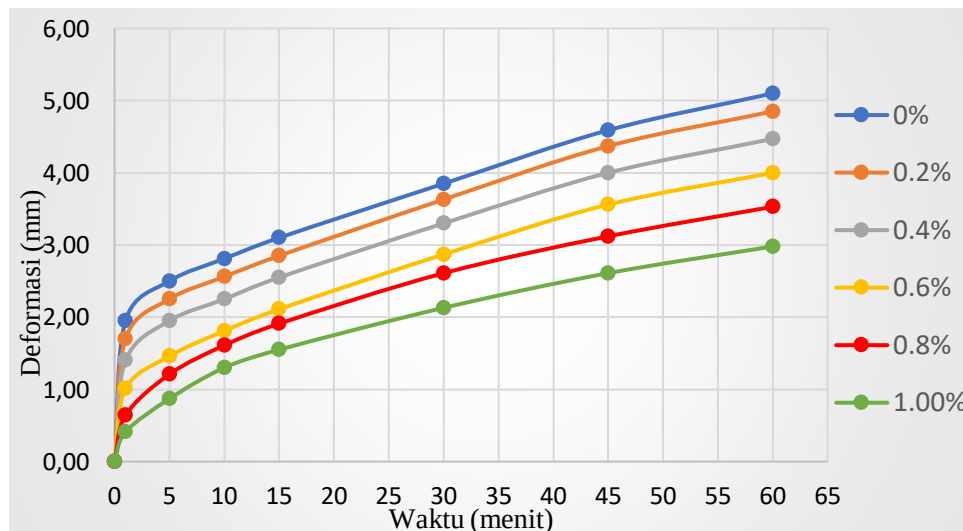
Aspal Optimum (KAO) dapat dilihat pada tabel 10, berikut:

Tabel 10 Rekapitulasi Pengujian *Wheel Tracking* Terhadap Penggunaan Bahan Tambah Abu Serat Jute Berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Menit	Jumlah Siklus	Deformasi (mm)					
		0%	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1%
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	21	1.95	1.70	1.40	1.01	0.64	0.41
5	105	2.50	2.25	1.95	1.46	1.21	0.87
10	210	2.81	2.56	2.25	1.81	1.61	1.30
15	315	3.10	2.85	2.55	2.11	1.91	1.55
30	630	3.85	3.63	3.30	2.87	2.61	2.13
45	945	4.59	4.37	4.00	3.56	3.12	2.61
60	1260	5.10	4.85	4.47	4.00	3.53	2.98
Deformasi Plastis Awal (D0) (mm)		2,40	2,10	1,75	1,40	1,15	0,90
Stabilitas Dinamis (DS) (lintasan/mm)		1235,29	1312,50	1340,43	1431,82	1536,59	1702,70
Laju Deformasi (RD) (mm/menit)		0.0340	0.0320	0.0313	0,0293	0,0273	0.0247

Berikut grafik perbandingan antara nilai deformasi terhadap waktu pada benda uji dengan kadar abu serat jute 0%, 0,2%,

0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1%, yang diinterpretasikan pada gambar 9.

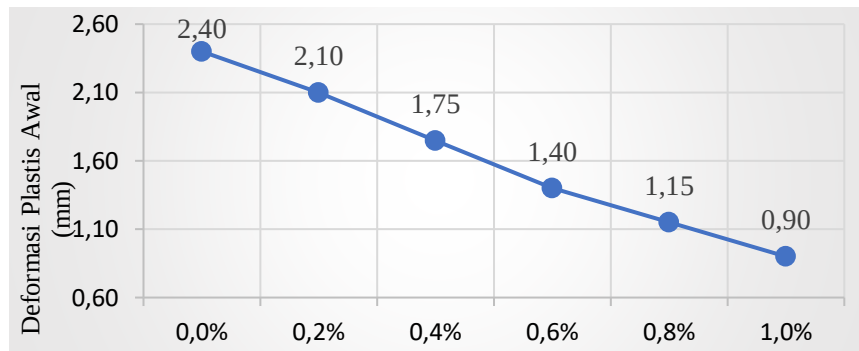


Gambar 9 Grafik nilai deformasi benda uji berdasarkan kadar abu serat jute 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1%

Nilai deformasi terus mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu serat jute artinya perubahan bentuk yang terjadi pada campuran semakin kecil hal ini dikarenakan abu serat jute meningkatkan nilai stabilitas dan menurunkan nilai flow yang menyebabkan kekuatan campuran bertambah sehingga mampu menahan beban

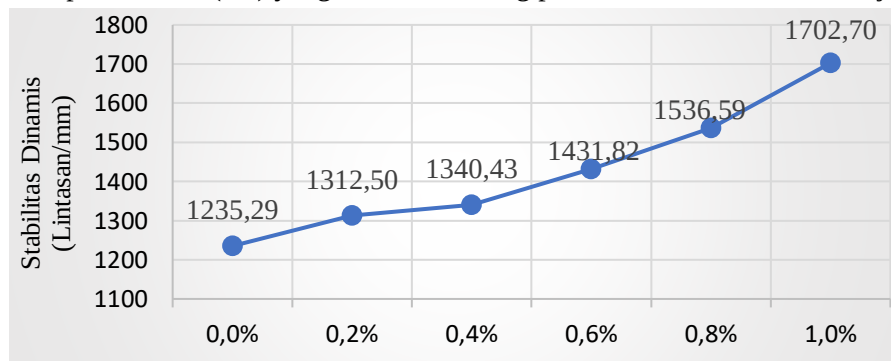
pergerakan dari alat pengujian *Wheel Tracking*.

Berikut pula grafik hasil interpretasi nilai deformasi plastis awal (D0) pada gambar 10, stabilitas dinamis (DS) pada gambar 11, dan laju deformasi (RD) pada gambar 12, sesuai data yang ada pada tabel 10.



Gambar 10 Grafik perbandingan nilai deformasi plastis awal (D0) untuk setiap benda uji terhadap kadar abu serat jute

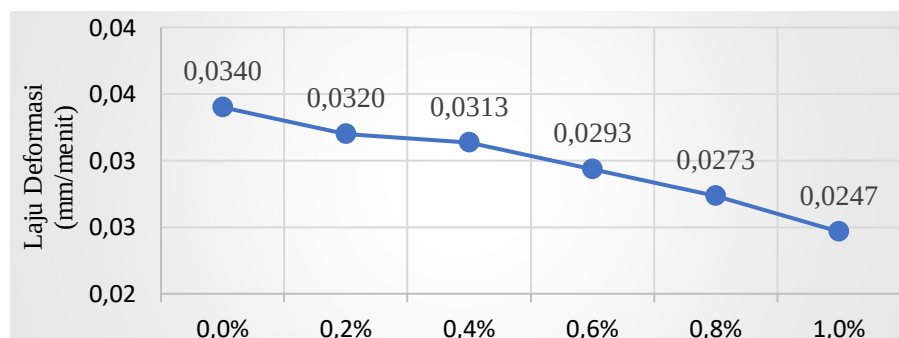
Nilai deformasi plastis awal (D0) benda uji seiring penambahan kadar abu serat jute mengalami penurunan, hal ini menunjukkan dengan penambahan abu serat jute dapat meningkatkan nilai stabilitas dan menurunkan nilai *flow* berdasarkan pengujian *Marshall* sebelumnya, sehingga dapat memperkuat campuran benda uji yang menghasilkan nilai deformasi plastis awal (D0) yang menurun seiring penambahan kadar abu serat jute.



Gambar 11 Grafik perbandingan nilai stabilitas dinamis (DS) untuk setiap benda uji terhadap kadar abu serat jute

Berdasarkan gambar 11, data pada grafik dapat dilihat nilai stabilitas dinamis (DS) benda uji seiring penambahan kadar abu serat jute mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan dengan penambahan abu serat jute dapat meningkatkan nilai stabilitas dan menurunkan nilai *flow*

berdasarkan pengujian *Marshall* sebelumnya, sehingga dapat memperkuat campuran benda uji yang menghasilkan nilai stabilitas dinamis (DS) yang meningkat seiring penambahan kadar abu serat jute.



Gambar 12 Grafik perbandingan nilai laju deformasi (RD) untuk setiap benda uji terhadap kadar abu serat jute

Berdasarkan gambar 12, data pada grafik dapat dilihat nilai laju deformasi (RD) benda uji seiring penambahan kadar abu serat jute mengalami penurunan, hal ini menunjukkan dengan penambahan abu serat jute dapat meningkatkan nilai stabilitas dan menurunkan nilai *flow* berdasarkan pengujian *Marshall* sebelumnya, sehingga dapat memperkuat campuran benda uji yang menghasilkan nilai laju deformasi (RD) yang menurun seiring penambahan kadar abu serat jute.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

- 1) Seiring penambahan abu serat jute, terjadi peningkatan nilai karakteristik *Marshall* yaitu pada nilai stabilitas, *Voids in Mineral Aggregate* (VMA), *Voids Filled with Asphalt* (VFA), *density*, dan *Marshall Quotient* (MQ) dengan nilai maksimum masing-masing sebesar 692,663 kg, 18,289%, 75,129%, 2,249 kg/mm³, 238,944 kg/mm, kemudian untuk nilai *flow* dan *Voids in Mix* (VIM) terjadi penurunan dengan nilai minimum 2,800 mm dan 4,473%.
- 2) Nilai deformasi yang terjadi pada waktu pengamatan di menit ke-60 dengan kadar abu jute sebesar 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1% berturut-turut adalah sebesar 5,10 mm, 4,85 mm, 4,47 mm, 4,00 mm, 3,53 mm, 2,98 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan kadar abu serat jute mampu menurunkan nilai deformasi dan meningkatkan kualitas campuran.
- 3) Penambahan kadar abu serat jute yang optimum pada pengujian *Marshall* yaitu kadar 1%. Kemudian berdasarkan hasil pengujian *Wheel Tracking*, kadar abu serat jute yang optimum adalah 1% dimana menghasilkan nilai deformasi plastis awal (D0) sebesar 0,9 mm, nilai stabilitas dinamis (DS) sebesar

1702,70 lintasan/mm, nilai laju deformasi (RD) sebesar 0,0247 mm/menit.

4.2 Saran

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut menggunakan variasi kadar abu serat jute yang lebih tinggi pada pengujian *Wheel Tracking*.
- 2) Penelitian ini disarankan untuk selanjutnya menggunakan jenis aspal yang bervariasi atau sudah dimodifikasi untuk mengetahui pengaruh bahan tambah abu serat jute pada campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA)
- 3) Untuk penelitian selanjutnya disarankan memakai variasi suhu pada pengujian *Wheel Tracking*, agar pengujian dapat disesuaikan dengan keadaan campuran di lapangan.

Daftar Pustaka

- Presiden Republik Indonesia. (2004). *UU RIno 34 Tahun 2004 tentang Jalan*. 1, 1–42. http://www.dpr.go.id/dokblog/dokumen/F_20150616_4760.PDF
- Priyambodo, P. (2018). Analisis korelasi jumlah kendaraan dan pengaruhnya terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur. *Warta Penelitian Perhubungan*, 30(1), 59-65.
- Saodang, H. (2005). *KONSTRUKSI JALAN RAYA*.
- Suliyanthini, D. (2016). Ilmu Tekstil. In *PT RajaGrafindo Persada* (Vol. 290, Issue 1).
- The Shell Bitumen Handbook, 6th edition. (2015). In R. N. Hunter (Ed.), *The Shell Bitumen Handbook, 6th edition*. Thomas Telford Ltd. <https://doi.org/10.1680/tsbh.58378>