

Analisis Penggunaan Serbuk Pelepeh Batang Pisang pada Campuran (Ac-Wc) dengan Menggunakan Pengujian Marshall Test dan Indirect Tensile Strength

Putri Wirautami Magfirah¹, Andi Ainul Muftiyah Yusuf², Asma Massara³, Andi Alifuddin⁴, 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

¹magfirahwira3013@gmail.com; ²andiainul26@gmail.com; ³asma.massara@umi.ac.id;

⁴andi.alifuddin@umi.ac.id; ⁵salim.salim@umi.ac.id

ABSTRAK

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk peningkatan kualitas aspal yaitu dengan menambahkan suatu bahan tambah. Dimana aspal modifikasi dengan penambahan serbuk serat pelepeh batang pisang yang mempunyai sifat yang lebih baik dan kandungan selulosa dari pelepeh batang pisang memiliki potensi untuk dijadikan alternatif bahan tambah pada aspal yang berguna untuk meningkatkan kualitas aspal itu sendiri dan juga untuk mengurangi limbah batang pisang. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan serbuk pelepeh batang pisang pada campuran (AC-WC) dengan menggunakan pengujian marshall test dan indirect tensile strength. Metode penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen terhadap penggunaan serbuk pelepeh batang pisang pada campuran (AC-WC). Dari hasil penelitian dengan penggunaan serbuk pelepeh batang pisang terhadap Marshall didapatkan nilai optimum pada kadar serbuk pelepeh batang pisang 0,1% dengan nilai stabilitas 946,247 kg. Untuk pengujian Indirect Tensile Strength (ITS) kadar optimum pada kadar serbuk pelepeh batang pisang 0,2% dimana dapat meningkatkan nilai Regangan sebesar 0,09629 mm, Tegangan 6966,2356 Kpa, dan Modulus elastis (E) 72347,06 menunjukkan dengan penambahan serbuk pelepeh batang pisang membuat campuran menjadi lebih lentur dan tingkat keawetannya menjadi lebih baik.

Kata kunci: AC-WC, serbuk pelepeh batang pisang, uji marshall, ITS

ABSTRACT

One of the efforts that can be done to improve the quality of asphalt is by adding an additive. Where the modified asphalt with the addition of banana stem midrib fiber powder which has better properties and the cellulose content of the banana stem midrib has the potential to be used as an alternative additive to asphalt which is useful for improving the quality of the asphalt itself and also for reducing banana stem waste. The purpose of this study was to determine the use of banana stem midrib powder in the mixture (AC-WC) by using the Marshall test and indirect tensile strength tests. The research method used is an experimental method on the use of banana stem midrib powder in a mixture (AC-WC). From the results of research with the use of banana stem powder on Marshall, the optimum value was obtained at 0.1% banana stem leaf powder with a stability value of 946,247 kg. For the Indirect Tensile Strength (ITS) test, the optimum content of the banana stem midrib powder is 0.2% which can increase the Strain value by 0.09629 mm, Stress 6966.2356 KPa, and Elastic Modulus (E) 72347.06 shows with the addition of powder. banana stem midrib makes the mixture more flexible and its good level of durability.

Keywords: AC-WC, banana stem leaf powder, marshall test, indirect tensile strength

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Konstruksi perkerasan jalan lentur tidak akan lepas dari penggunaan aspal sebagai bahan pengikatnya. Perkerasan lentur merupakan konstruksi perkerasan jalan yang menggunakan lapis pondasi agregat dan lapis permukaan dengan bahan pengikat aspal (Dinas Pekerjaan Umum, 2005). Salah satu lapisan perkerasan lentur adalah lapisan AC-WC (Ashpalt Concrete-Wearing Course). Lapisan AC-WC adalah lapisan aus yaitu lapisan perkerasan yang ditempatkan paling atas sebagai lapis permukaan (surface) yang berfungsi sebagai lapisan aus pada sebuah konstruksi perkerasan jalan.

Salah satu upaya peningkatan kualitas aspal yaitu dengan menambahkan suatu bahan tambah. Pada penelitian sebelumnya dengan bahan tambah serbuk serat batang pisang sebesar 0,1% pada aspal murni 60/70 diketahui dapat meningkatkan karakteristik sifat fisik aspal yaitu menurunnya nilai daktilitas, nilai penetrasi, dan nilai titik lembek aspal meningkat sehingga aspal lebih tahan terhadap temperatur tinggi (Widianty et al., 2018)

Pada penelitian lain serbuk selulosa dari serat pelepah batang pisang diperoleh melewati beberapa tahapan dari proses pengeringan, proses delignifikasi, perendaman selama 24 jam dalam 15% larutan NaOH dalam 600 ml aquades, penyaringan, penetralan (dibilas menggunakan aquadest sampai bersih sampai pengeringan kembali (Husni et al., 2018)

Berdasarkan kajian-kajian yang telah kami peroleh, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan Serbuk serat pelepah batang pisang terhadap campuran lapis aus AC-WC terhadap peningkatan kekuatan tarik, dan untuk mengetahui karakteristik marshall terhadap metode campuran aspal yang menggunakan serbuk serat pelepah batang pisang sebagai bahan tambah.

Diharapkan dengan melakukan modifikasi aspal dapat meningkatkan karakteristik campuran aspal.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik aspal yang ditambahkan dengan serbuk pelepah batang pisang pada campuran AC-WC
2. Bagaimana pengaruh penggunaan aspal yang ditambahkan dengan serbuk pelepah batang pisang terhadap tegangan tarik

1.2 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk perlakuan penelitian serbuk serat pelepah batang pisang sebagai bahan tambah pada lapisan AC-WC. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1 Menganalisis karakteristik aspal yang ditambahkan serbuk pelepah batang pisang pada campuran AC-WC.
- 2 Menganalisis pengaruh tegangan tarik terhadap penggunaan aspal yang ditambahkan serbuk pelepah batang pisang pada campuran AC-WC.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental.

2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo Km.05 Makassar

2.3 Metode Pengujian

2.3.1 Pengujian Marshall

Maksud dari pengujian marshall ini adalah untuk menentukan stabilitas (ketahanan) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal. Untuk tahapan pertama perlu dilakukan uji marshall pada suhu 60°C selama 30 menit dan diperlukan juga nilai VIM, VMA, VFA dan MQ untuk menentukan Kadar Aspal Optimum

berdasarkan karakteristik campurannya. Pada uji marshall ini kita juga melakukan proses pemadatan yang dilakukan pada campuran AC-WC 75 kali tumbukan pada setiap sisi.

2.3.2 Pengujian Indirect Tensile Strength (ITS)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gaya tarik dari aspal concrete.

a. Regangan (Strain)

Regangan dirumuskan sebagai:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{A} \quad (1)$$

Dimana:

ϵ = Regangan strain (tanpa satuan)

Δl = Pertambahan anjang (m)

A = Panjang mula-mula (m)

b. Tegangan (Stress)

Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan gaya perubahan bentuk benda (stress) secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Dimana:

Σ = Tegangan (N/m²)

F = Besar gaya Tekan/Tarik (N)

A := Luas Penampang (m²)

c. Modulus elastisitas

Modulus elastis didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan dan regangan. (Kanginan, 2005).

Tegangan adalah gaya-gaya yang merenggang persatuan luas penampang yang dikenainya. (Bahtiar. 2010)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Dimana:

E = Modulus Elastisitas (KPa)

σ = Tegangan (KPa)

ϵ = Regangan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Aspal Modifikasi

Tabel 1 Hasil pemeriksaan aspal modifikasi serbuk pelepah batang pisang

NO	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan			
			0%	0,1%	0,2%	0,3%
1	Penetrasi, 25°C, 100 gram, 5 detik; 0,1 mm	60-70	60,8	64,6	70,2	73,2
2	Daktalitas; 25°C, (cm)	≥100	145	147	150	153
3	Titik nyala; °C	≥200	270	265	255	250
4	Titik bakar; °C	≥200	270	265	255	250
5	Titik lembek; °C	≥48	47,5	46,6	45,8	44,6
6	Berat jenis	≥1,0	1,020	1,018	1,015	1,010

3.2 Hasil Pemeriksaan Agregat

Berikut adalah hasil pemeriksaan agregat di laboratorium.

Tabel 2 Hasil pemeriksaan gradasi agregat

NO	Jenis Saringan	% Lolos Saringan		
		Agregat 1 - 2	Agregat 0,5 - 1	Abu batu
1	3/4" (19,1 mm)	200		
2	1/2" (12,7 mm)	63,28	100	
3	3/8" (9,52 mm)	41,33	68,78	
4	No. 4	0,57	22,85	100
6	No. 8		1,13	79,66
7	No. 16			55,21
8	No. 30			37,47
9	No. 50			26,25
10	No. 100			17,03
11	No. 200			10,32
12	PAN	0	0	0

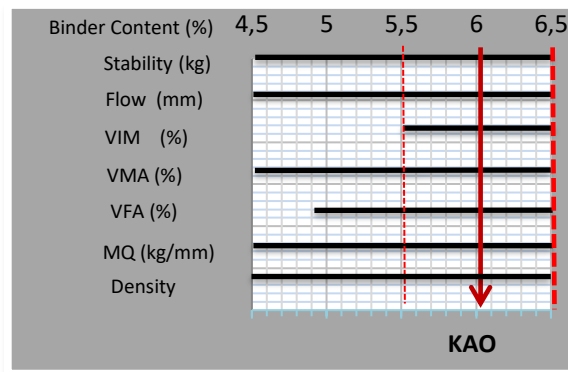
Tabel 3 Hasil pemeriksaan karakteristik agregat

NO	Pengujian	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan	
			Agregat Kasar	Agregat Halus
1	Berat jenis (bulk)	$\geq 2,5$	2,56	2,52
2	Berat jenis SSD	$\geq 2,5$	2,62	2,72
3	Berat jenis semu (apparent)	$\geq 2,5$	2,73	2,52
4	Water absorption	0	2,45	2,87
6	Sand equivalent	≥ 60	80,82	84,35
7	Berat isi gembur	1,4 - 1,9	1,46	1,47
8	Berat isi padat	1,4 - 1,9	1,53	1,69
9	Soundness test #50"	≥ 12	0,87	1,10
10	Soundness test #100"	0,5 - 12	0,15	-

3.3 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Marshall pada Campuran (AC-WC) untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sampel dibuat menjadi tiga briket, dengan tujuan mendapatkan kadar aspal optimum campuran. variasi kadar aspal yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%.

Hasil pengujian karakteristik Marshall campuran AC-WC dapat dilihat pada tabel 4. Hasil pengujian dari variasi kadar aspal rencana masuk dalam spesifikasi karakteristik campuran AC-WC. Nilai kadar aspal optimum dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 1 Grafik kadar aspal optimum (KAO)

Dari hasil analisis gambar 1. Barchart hubungan kadar aspal dengan karakteristik campuran digunakan nilai yang memenuhi yaitu sebesar 6%.

Tahap berikutnya adalah pengujian Marshall Test dengan memvariasikan kadar bahan tambah untuk melihat pengaruh kadar aspal optimum (KAO) terhadap karakteristik campuran AC-WC. Variasi kadar bahan tambah yang akan digunakan yaitu: 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3.

3.4 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Marshall, Menggunakan Serbuk Pelepah Batang Pisang

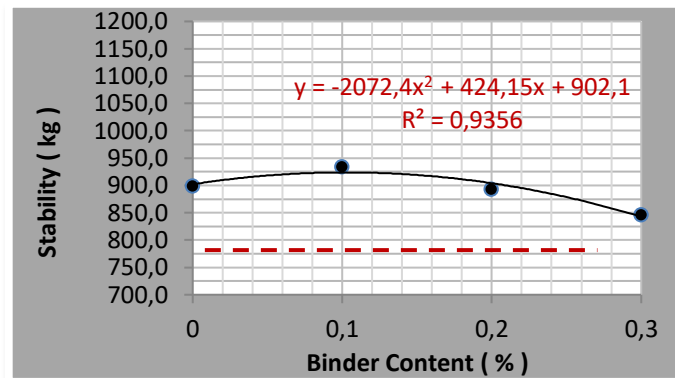
Tabel 4 Hasil rekapitulasi karakteristik marshall

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian				Spesifikasi
	0	0,1	0,2	0,3	
Kadar Aspal (%)					
Density	2,252	2,256	2,260	2,262	$\geq 2,2 \text{ kg/mm}^3$
VIM (%)	4,551	4,270	4,045	3,914	3% - 5%
VMA (%)	16,962	16,739	16,577	16,485	$\geq 15\%$
VFA (%)	73,656	74,703	75,660	76,227	$\geq 63 \%$
Stabilitas; kg	895,550	934,460	893,380	846,390	800 - 1800 kg
Flow; mm	2,100	2,273	2,620	2,950	2 - 4 mm
MQ; kg/mm	426,452	410,918	340,974	276,431	$\geq 250 \text{ kg/mm}$

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian Marshall untuk campuran AC-WC dengan penambahan serbuk pelepah

batang pisang untuk mengetahui kualitas campuran terhadap kelenturan dan tingkat keawetannya sehingga lebih baik

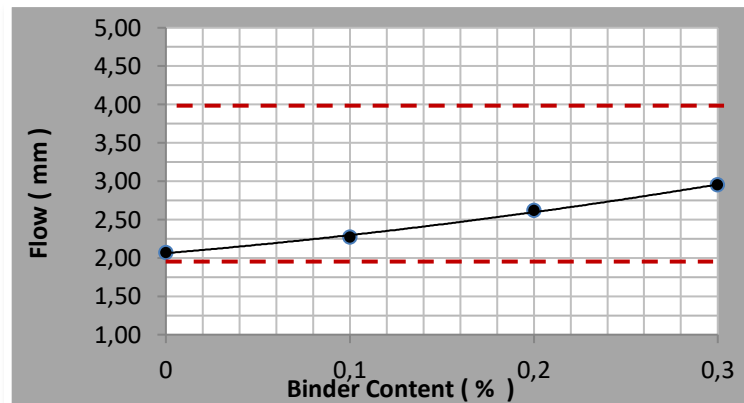
Analisis Penggunaan Serbuk Pelepah Batang Pisang pada Campuran (AC-WC) dengan Menggunakan Pengujian Marshall Test dan Indirect Tensile Strength



Gambar 2 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan stabilitas

Gambar di atas menunjukkan bahwa campuran dengan kadar serbuk pelepah batang pisang 0%-0,3% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. benda uji tanpa menggunakan serbuk pelepah

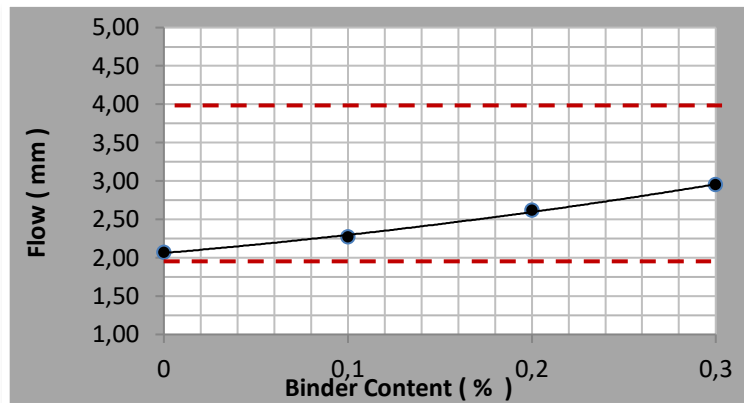
batang pisang atau 0% mempunyai nilai stabilitas 895,55 Kg. Benda uji dengan menggunakan serbuk pelepah batang pisang sebesar 0,1% mengalami peningkatan. Akan tetapi benda uji dengan serbuk pelepah batang pisang 0,2% hingga 0,3% mengalami penurunan.



Gambar 3 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan flow

Dari hasil analisis grafik di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan serbuk pelepah batang pisang maka semakin tinggi nilai kelelahan atau keruntuhan (flow) campuran. Pada penambahan serbuk

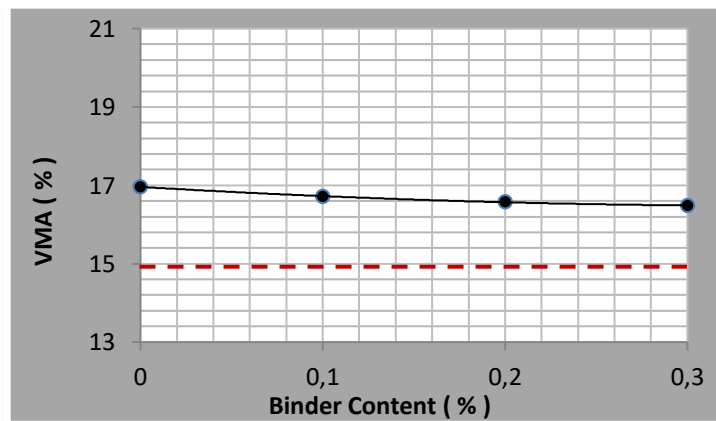
pelepah batang pisang 0% nilai kelelahan (flow) campuran naik hingga persentase serbuk pelepah batang pisang 0,3%. Kerentanan campuran terhadap perubahan bentuk yang terjadi dapat tergambar dari nilai flow pada campuran.



Gambar 4 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan VIM

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai VIM pada kadar Serbuk pelepah batang pisang 0% sampai kadar serbuk pelepah batang pisang 0,3% mengalami penurunan dan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil ini menjelaskan bahwa volume rongga berisi udara pada campuran semakin menurun, jumlah

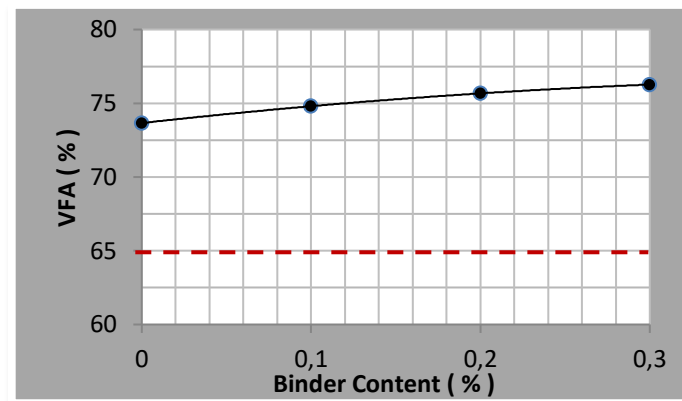
rongga berkurang, karena bertambahnya kadar serbuk pelepah batang pisang dikarenakan tekstur permukaan serbuk pelepah batang pisang yang halus. Sehingga penyerapan air lebih kecil disebabkan aspal yang menyelimuti agregat menjadi bertambah tebal.



Gambar 5 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan VMA

Dari hasil grafik di atas menunjukkan bahwa, setiap variasi kadar Serbuk pelepah batang pisang dinilai memenuhi nilai VMA pada campuran yaitu paling kecil 15%. Seiring dengan bertambahnya kadar serbuk pelepah batang pisang nilai

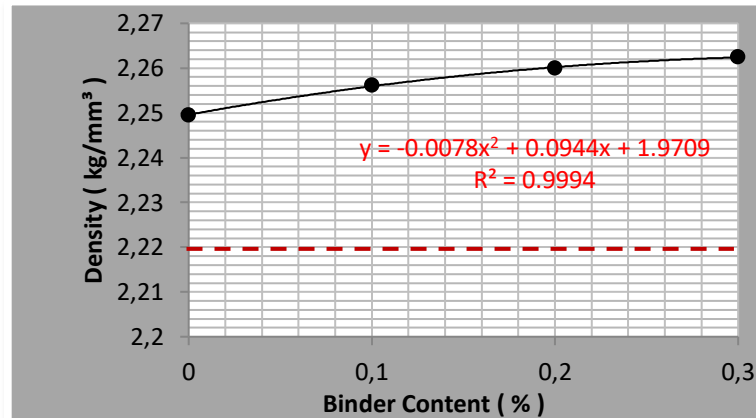
VMA menurun sehingga meningkatkan kepadatan dan kerapatan campuran, dimana rongga dalam mineral makin kecil.



Gambar 6 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan VFA

Dari hasil analisis grafik di atas menunjukkan bahwa semakin besar kadar serbuk pelepah batang pisang maka nilai Void Filled with Asphalt (VFA) semakin meningkat dari persentase 0% hingga 0,3%. Peningkatan nilai VFA

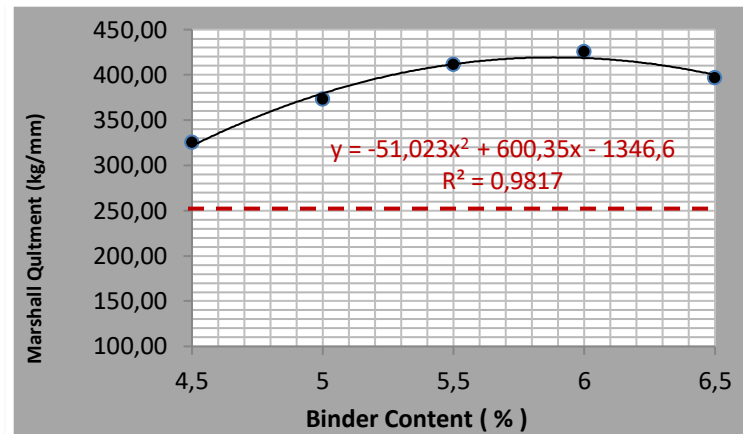
disebabkan oleh aspal yang mengisi rongga lebih banyak karena tekstur serbuk pelepah batang pisang yang halus. Semakin besar nilai VFA pada campuran maka makin besar pula rongga yang dapat terisi aspal.



Gambar 7 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan Density

Gambar di atas menunjukkan nilai density atau kepadatan pada kadar aspal 4,5% nilai density naik sampai kadar aspal 6,5%. Kadar aspal 4,5% hingga 6,5% density campuran telah memenuhi spesifikasi. Campuran menjadi padat karena semakin besarnya kadar aspal

maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butir sama besarnya. Nilai Density berbanding lurus dengan VFA. Kepadatan campuran yang bertambah tinggi disebabkan semakin tinggi persentase rongga yang tertutupi oleh aspal.



Gambar 8 Grafik hubungan kadar serbuk pelepah batang pisang dengan Marshall Quotient

Dari hasil analisis grafik di atas menunjukkan bahwa seiring bertambahnya kadar aspal, nilai Marshall Quotient bertambah. Peningkatan terjadi hingga batas tertentu lalu mengalami penurunan. Nilai MQ yang semakin besar pada suatu campuran maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak. Karena nilai MQ menunjukkan fleksibilitas campuran. Campuran rentan terhadap deformasi plastis sehingga nilai MQ ini juga tidak

boleh terlalu rendah.

3.5 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Indirect Tensile Strength (ITS)

Pengujian dengan beberapa variasi dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan kuat tarik terhadap karakteristik campuran AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course) berdasarkan Kadar Aspal Optimum.

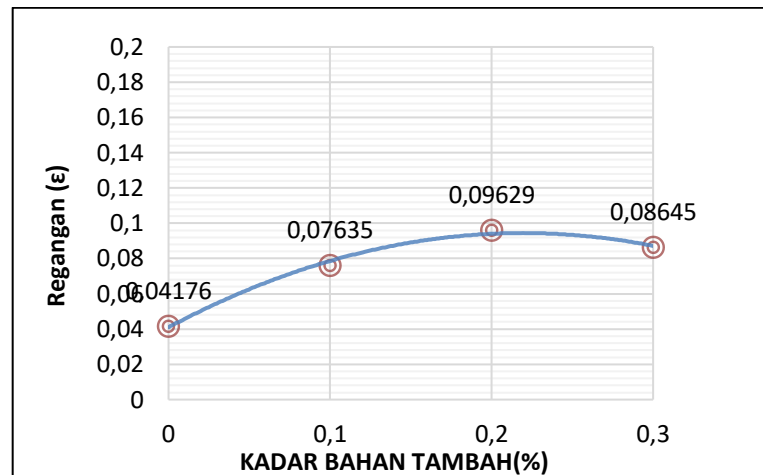
Tabel 5 Hasil rekapitulasi karakteristik marshall

Komposisi Campuran	Diameter (mm)	ITS (Kpa)	Poisson Ratio (μ)	Deformasi Vertikal (mm)	Deformasi Horizontal (mm)	Regangan (ϵ)	Modulus Elastis (Kpa)
0,0	10,33	5.616,56	0,170	2,45	0,43	0,04176	134511,06
0,1	10,33	6.667,43	0,350	2,46	0,79	0,07635	87330,43
0,2	10,33	6.966,24	0,595	2,06	0,99	0,09629	72347,06
0,3	10,33	6.636,84	0,387	2,40	0,89	0,08645	76773,28
Rata-rata						0,10028	74192,37

Tabel 5 adalah data yang digunakan untuk mendapatkan nilai ITS dari campuran aspal beton dengan

menggunakan bahan tambah serbuk pelepah batang pisang.

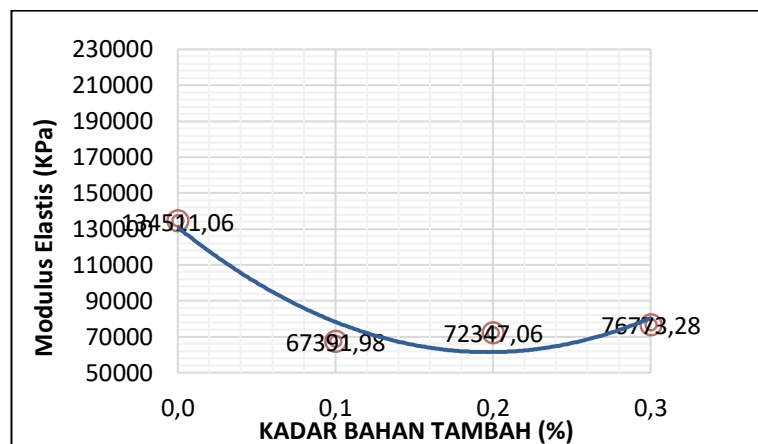
Analisis Penggunaan Serbuk Pelepeh Batang Pisang pada Campuran (AC-WC) dengan Menggunakan Pengujian Marshall Test dan Indirect Tensile Strength



Gambar 9 Grafik hubungan regangan terhadap serbuk pelepeh batang pisang

Berdasarkan Grafik di atas Persentase kadar Serbuk Pelepeh Batang Pisang 0% sampai dengan kadar 0,2% mengalami peningkatan pada nilai regangan . kemudian pada kadar 0,3 % terjadi penurunan nilai regangan Jadi, apabila

bahan tambah Serbuk Pelepeh Batang Pisang yang digunakan untuk campuran telah mencapai nilai maksimum, maka akan terjadi penurunan pada nilai regangan .



Gambar 10 Grafik hubungan modulus elastis terhadap serbuk pelepeh batang pisang

Berdasarkan Grafik di atas dapat dilihat bahwa hubungan modulus elastis terhadap bahan tambah Serbuk Pelepeh Batang Pisang pada kadar 0,1% nilai modulus elastis menurun lalu pada persentase kadar 0,2% hingga kadar 0,3% mengalami peningkatan. Nilai modulus elastis akan semakin tinggi jika

bahan tambah yang digunakan berlebihan

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

1. Nilai stabilitas, MQ, flow, VIM, VFA, VMA, dan density pada karakteristik Marshall memenuhi spesifikasi yang sudah ditetapkan. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa hasil

pengujian Marshall Test nilai stabilitas memperoleh nilai optimum pada kadar serbuk pelepah batang pisang 0,1% dengan nilai stabilitas 946,247 kg. Penambahan kadar serbuk pelepah batang pisang pada campuran aspal pertamina dapat dilihat dari nilai stabilitas dimana semakin besar nilai kadar serbuk pelepah batang pisang yang digunakan akan menurunkan stabilitas begitu juga sebaliknya. Meskipun nilai stabilitas menurun, semua kadar pelepah batang pisang masih memenuhi nilai spesifikasi Bina Marga 2018.

2. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa kuat tarik tidak langsung dengan kadar optimum sebesar 0,2% dapat meningkatkan nilai Regangan sebesar 0,09629 mm, Tegangan 6966,2356 Kpa, dan Modulus elastis (E) 72347,06. Hal ini menunjukkan dengan penambahan serbuk pelepah batang pisang membuat campuran menjadi lebih lentur dan tingkat keawetannya yang baik memenuhi spesifikasi sebagai bahan tambah aspal untuk meningkatkan kualitas campuran lapis as AC-WC berdasarkan standar Bina Marga 2018.

4.2 Saran

1. Penelitian ini dapat dikembangkan menggunakan karakteristik campuran yang berbeda, dengan bahan tambah yang sama.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan untuk diteliti lebih lanjut dengan menggunakan variasi temperatur yang berbeda terhadap kinerja aspal.

3. Perlu ketelitian dalam pekerjaan pembuatan benda uji agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Husni, D. A. P., Rahim, E. A., & Ruslan, R. (2018). Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 4(1), 41–52. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2018.v4.i1.10182>
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. (2019). *ANALISA TEBAL PERKERASAN Lentur Jalan Baru dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993*. 7(10).
- Penambahan, P., Serat, S., Batang, P., Karakteristik, T., & Fisik, S. (n.d.). *Jurnal rekayasa sipil dan lingkungan*. April 2018, 67–76.
- Widianty, D., Wahyudi, M., & Setiawan, A. (2018). Kinerja Campuran Beton Aspal Wearing Course dengan Tambah Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang Performance of Asphalt Concrete Wearing Course Mixtures with additional Banana Stems Fiber Powder. *Spektrum Sipil Vol 5*, 5(1), 11–22.
- Widianty, D., Yuniarti, R., Akmaluddin, A., Prabowo, A., & Rawiana, S. (2020). Analisis Karakteristik Marshall pada Beton Aspal Lapis Pengikat (Asphalt Concrete-Binder Course) menggunakan Aspal Modifikasi Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 6(1), 85–95. <https://doi.org/10.29303/jstl.v6i1.119>