

Studi Penggunaan Abu Ampas Tebu dan Abu Jute Terhadap Nilai *Indirect Tensile Strength* dan Modulus *Resilien* pada Campuran Beton Aspal

Muhammad Hidayat¹, Melda Abd Kadir², Winarno Arifin³, Andi Alifuddin⁴, Alimin Gecong⁵

^{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: ¹muhammadhidayat406@gmail.com; ²nismakadir08@gmail.com; ³winarno.arifin@umi.ac.id;
⁴andi.alifuddin@umi.ac.id; ⁵alimin.gecong@umi.ac.id

ABSTRAK

Pada permukaan jalan yang cepat rusak dan retak, perlu dilakukan modifikasi campuran dengan menggunakan bahan pengisi, satu di antaranya ialah abu ampas tebu dan abu jute. Abu ampas tebu dan abu jute dalam campuran berperan mengisi rongga dalam campuran. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kekuatan campuran beton aspal terhadap kuat tarik dan menganalisis tingkat modulus *resilien* menggunakan limbah abu ampas tebu dan abu jute. Kadar aspal rencana yang digunakan yaitu 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5%. Pengujian awal dengan alat *Marshall Test* untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO). Pengujian selanjutnya dengan menggunakan alat *Indirect Tensile Strength*. KAO yang digunakan yaitu 5,95% dan kadar abu ampas tebu dan abu jute yaitu 0,0%, 0,5%, 1,0%, 2,0%, dan 2,5%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tarik berurutan untuk abu ampas tebu sebesar 10060,97 KPa, 11262,49 KPa, 11801,43 KPa, 10960,36 KPa, dan 9808,26 KPa. Untuk abu jute nilai kuat tarik berurutan sebesar 10060,97 KPa, 10992,22 KPa, 11120,57 KPa, 10303,81 KPa, dan 9397,06 KPa. Nilai modulus *resilien* untuk abu ampas tebu berurutan sebesar 11889,777 MPa, 16341,641 MPa, 19106,309 MPa, 14450,387 MPa, dan 11815,840 MPa. Sedangkan untuk abu jute nilai modulus *resilien* berurutan sebesar 11889,777 MPa, 14612,331 MPa, 17104,923 MPa, 12889,394 MPa, 10336,012 MPa.

Kata Kunci: Kuat tarik tidak langsung, modulus *resilien*, abu ampas tebu, abu jute

ABSTRAK

On road surfaces that are easily damaged and cracked, it is necessary to modify the mixture by using fillers, one of which is bagasse ash and jute ash. Bagasse ash and jute ash in the mixture play a role in filling the cavities in the mixture. This study aims to determine the strength of asphalt concrete mixture against tensile strength and analyze the resilient modulus level using bagasse ash waste and jute ash. The bitumen level of the plan used is 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, and 6.5%. Initial testing with a Marshall Test tool to obtain optimum bitumen content (KAO). Subsequent testing using the Indirect Tensile Strength tool. KAO used is 5.95% and bagasse ash and jute ash content are 0.0%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, and 2.5%. From the results of the tests, the value of sequential tensile strength for bagasse ash was 10060.97 KPa, 11262.49 KPa, 11801.43 KPa, 10960.36 KPa, and 9808.26 KPa. For jute ash the value of sequential tensile strength is 10060.97 KPa, 10992.22 KPa, 11120.57 KPa, 10303.81 KPa, and 9397.06 KPa. Based on the analysis of the indirect tensile strength test values obtained the resilient modulus values for sequential bagasse ash were 11889,777 MPa, 16341,641 MPa, 19106,309 MPa, 14450,387 MPa and 11,815,840 MPa. While for jute ash, the sequential resilient modulus value is 11889,777 MPa, 14612,331 MPa, 17104,923 MPa, 12889,394 MPa, 10336,012 MPa.

Keywords: Indirect tensile strength, resilient modulus, bagasse ash, jute ash

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada konstruksi perkerasan jalan sering terjadi keretakan yang disebabkan oleh peningkatan serta pengulangan beban kendaraan (Ahmad, 2010). Retak dan pelepasan butir juga disebabkan oleh cuaca, sehingga lapisan beraspal menjadi lebih rapuh. Jika keretakan terjadi sampai meluas dengan cepat, dapat dipastikan akan menjadi lubang namun diawali dengan munculnya gompal (*spalling*) (Ahmad, 2010).

Akibat permukaan jalan yang cepat rusak dan retak, sehingga perlu dilakukan modifikasi campuran dengan menggunakan bahan pengisi (*filler*) untuk mendukung kekuatan. Tingginya kebutuhan jumlah *filler* tidak sebanyak dengan hasil yang diproduksi mesin pemecah batuan (*aggregate crushing plant*). Hal tersebut dapat diatasi dengan cara dengan mengganti *filler* dengan abu ampas dari tebu dan abu jute.

Abu ampas tebu (*bagasse ash*) mengandung silika oksida (SiO_2) sebesar 80,81 % (Disurya & Suseno, 2002). Di mana silika ini merupakan silika bentuk amorof yang pada umumnya mempunyai keaktifan mengikat relatif tinggi, sehingga mutu campuran aspal beton dapat ditingkatkan.

Penggunaan abu ampas tebu (*bagasse ash*) terhadap karakteristik campuran baik untuk digunakan dimana nilai stabilitas tertinggi pada kadar *filler* 9% (Syarkawi, 2011). Sedangkan pada penelitian Gede (2012) menggunakan serat sisal membuktikan bahwa besar fraksi volume serat sisal akan sebanding dengan tingginya kekuatan tarik dan bending. Pada penelitian (Firdani, Hasmin, 2017) penggunaan abu jute dapat meningkatkan nilai kepadatan mutlak sebesar 16881,33 KPa. Berdasarkan uraian hasil penelitian-penelitian sebelumnya terkait penggunaan serat, menunjukkan bahwa

abu ampas tebu dan abu jute berpotensi digunakan sebagai campuran dalam perkerasan jalan.

Berangkat atas permasalahan yang ada pada konstruksi perkerasan jalan dan hasil penelitian-penelitian terdahulu terkait potensi penggunaan serat sebagai campuran dalam perkerasan jalan, maka penulis berinisiatif membuat penelitian menggunakan abu ampas tebu (*bagasse ash*) dan abu jute sebagai *filler* dalam perkerasan jalan raya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat disusun rumusan masalah antara lain:

- 1) Bagaimana kekuatan campuran beton aspal terhadap kuat tarik menggunakan limbah abu ampas tebu dan abu jute sebagai *filler*?
- 2) Bagaimana analisa tingkat modulus *resilien* pada campuran beton aspal terhadap penggunaan *filler* abu ampas tebu dan abu jute?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

- 1) Kekuatan campuran beton aspal terhadap kuat tarik menggunakan limbah abu ampas tebu dan abu jute sebagai *filler*.
- 2) Analisis tingkat modulus *resilien* pada campuran beton aspal terhadap penggunaan *filler* abu ampas tebu dan abu jute

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di laboratorium Jalan Raya dan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia (Jl. Urip Sumoharjo Km.05), Makassar.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan aspal yang diproduksi Pertamina, yaitu minyak penetrasi 60/70i(AC 60/70) yang diperoleh dari PU. Bina Marga

Baddoka dengan agregat kasar dan halus yang diperoleh dari PT. Arba Tritama. Abu ampas tebu diperoleh dari pabrik gula di Camming, Kabupaten Bone dan abu jute dari toko perlengkapan mayat di Jl. Veteran Utara. Adapun penelitian ini ditunjang dengan alat-alat yang telah disediakan di Laboratorium Jalan Raya dan Transportasi, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia.

2.3 Tahapan Penelitian

1) Persiapan benda uji

Persiapan serta pemeriksaan bahan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Transportasi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia serta bahan substitusi yang digunakan adalah abu ampas tebu dan abu jute yang berasal dari hasil pembakaran serat pada karung goni.

2) Pengujian Bahan Benda Uji

Setelah melakukan proses persiapan, peneliti menguji seluruh bahan penyusun lapisan aspal untuk memastikan bahwa bahan yang akan digunakan telah memenuhi syarat sebagai bahan penyusun beton aspal.

3) Penentuan Campuran

Sebelum dilakukan pembuatan benda uji beberapa hal harus ditentukan terlebih dahulu, meliputi penentuan fraksi campuran, penentuan kebutuhan material, penentuan kadar aspal rencana dengan interval 0,5%, penentuan suhu pemadatan dan suhu pencampuran.

4) Pembuatan Benda Uji

Setelah diuji bahan-bahan penyusun aspal beton dan bahan itu memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan, peneliti melakukan pembuatan benda uji dilakukan. Dalam menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO), sebanyak 3 (tiga) buah briket untuk masing-masing kadar aspal (15 briket untuk keseluruhan kadar aspal) peneliti memberikan variasi dalam kadar aspal dari 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.

Bina Marga menganjurkan beberapa parameter campuran dalam

menentukan KAO, yaitu stabilitas, kelelahan (*flow*), *Marshall Quotient* (MQ), rongga udara dalam campuran (VIM) dan rongga terisi aspal (VFB). Setelah menentukan KAO, peneliti menentukan perencanaan campuran bahan substitusi berupa abu ampas tebu dan abu jute dengan melakukan pendekatan studi literatur, adapun variasi *filler* yang digunakan ialah 0.0%, 0.5%, 1.0%, 2.0% dan 2.5%. Benda uji yang didesain sebanyak 5 briket tiap jenis variasi *filler*.

2.4 Pengujian *indirect tensile strength*

Pengujian kuat tarik tidak langsung memiliki prosedur sebagai berikut.

1. Melakukan pembersihan benda uji dari kotoran-kotoran dan memberikan tanda pengenal di masing-masing benda uji yang menandakan jenis campuran dan kadar aspalnya.
2. Melakukan pengukuran tebal dan diameter benda uji (dengan ketelitian 0,01 mm).
3. Benda dipanaskan memakai oven dengan temperatur tertentu saat pengujian.
4. Dial dibersihkan agar dapat digunakan dengan baik
5. Dua buah dial dipasang di alat penguji bagian kanan dan kiri. Dipasang dengan arah horizontal.
6. Benda uji dipasang pada mesin penguji, lalu kedudukan jarum penunjuk dial diatur sampai menunjukkan angka nol.
7. Benda uji diberi beban dengan kecepatan sekitar 50 mm/menit.
8. Terakhir, deformasi deformasi tarik horizontal total (*tensile*) dan deformasi tekan vertikal (*compressive*) diukur sewaktu proses pembebanan maksimum.

2.5 Pengujian Modulus Resilien

Pengujian Modulus Resilien dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tarik tidak langsung, yaitu menggunakan benda uji diametral seperti benda uji Marshall dan dibuat pada Kadar

Optimum Aspal dari masing-masing variasi *filler*.

2.6 Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis regresi. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pola relasi atau hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebasnya dengan tingkat kesalahan yang kecil. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis dan Hasil Pengujian Marshall Test untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sebelum dilakukan analisis dari hasil pengujian *Marshall Test*, karakteristik campuran aspal yang dihitung peneliti terdiri dari Stabilitas, *Flow*, *Void in Mixture* (VIM), *Void in Mineral Aggregates* (VMA), *Void Filled with Asphalt* (VFA), *Density* dan *Marshall Quotient* dengan menggunakan Metode *Marshall Test*. Pengujian Karakteristik Marshall digunakan 5 variasi kadar aspal yang digunakan antara lain dari 4,5% sampai 6,5%. Berikut hasil rekapitulasi karakteristik *Marshall* yang disajikan.

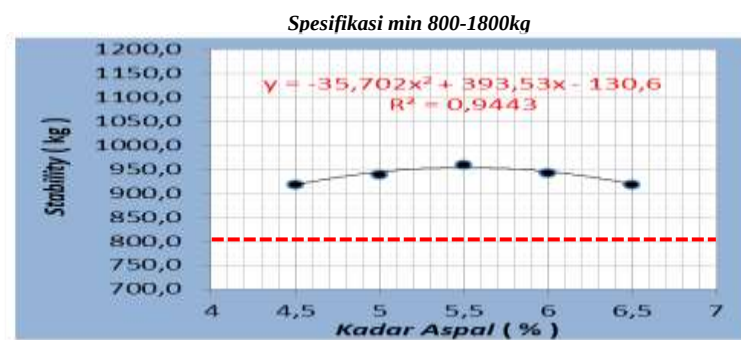
Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian Marshall Campuran AC-WC .Pen 60/70 untuk Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
KadarsiAspal; %	4,5	5	5,5	6	6,5	
Density	2.236	2.262	2.282	2.281	2.275	$\geq 2.2 \text{ kg/mm}^3$
VIM; %	7.810	6.090	4.651	4.590	4.425	3-5%
VMA; %	17.989	17.463	17.204	17.649	18.311	$\geq 15\%$
VFA;%	59.945	65.343	73.039	77.263	81.099	$\geq 63\%$
Stabilitas;kg	919.036	939.190	959.344	943.221	919.036	800-1800 kg
Flow;mm	2.567	2.283	2.283	2.447	2.633	2-4 mm
MQ;kg/mm	370.690	413.738	429.732	385.907	349.453	Min 250 kg/mm

Berdasarkan hasil dari pengujian tersebut, maka didapatkan nilai kadar aspal terhadap karakteristik campuran serta peneliti dapat menentukan nilai kadar aspal optimum. Nilai-nilai hasil pengujian tersebut dapat disajikan dalam

gambar untuk mengetahui analisis lebih lanjut.

Hubungan Kadar Aspal Terhadap Stabilitas



Gambar 1. Hubungan antara kadar aspal terhadap stabilitas

Gambar 1 menjelaskan bahwa campuran dengan kadar aspal 4,5- 6,5% sesuai dengan spesifikasi. Semakin besar nilai kadar aspal yang digunakan nilai

stabilitas hingga kadar aspal optimum akan meningkat. Tetapi seiring dengan penambahan kadar aspal melebihi nilai

optimum maka stabilitasnya akan menurun karena campuran akan mengalami kegemukan atau *bleding*. Karena tebal selimut aspal bertambah dan dapat mengurangi sifat saling kunci antara agregat.

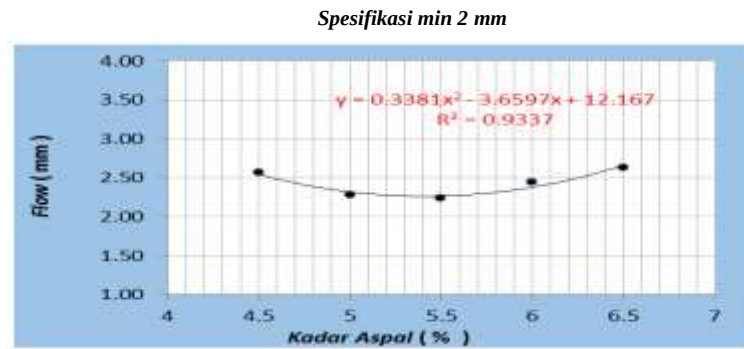
$$x = \frac{dx}{dy}$$

$$\begin{aligned} y &= -35,702 x^2 + 393,53 x - 130,6 \\ &= -35,702 (2) x + 393,53 \\ &= -71,404 x + 393,53 \end{aligned}$$

$$X = \frac{393,53}{71,404} = 5,5 \%$$

Untuk nilai x, substitusi ke persamaan $-35,702 x^2 + 393,53 x - 130,6$ untuk mengetahui hasil nilai stabilitas pada Gambar. Jadi nilai stabilitas 953,834 kg dan kadar aspal optimumnya adalah 5,5%.

Hubungan Kadar Aspal terhadap Flow



Gambar 2. Hubungan antara kadar aspal terhadap flow

Gambar 2 menjelaskan bahwa nilai flow dari kadar aspal 4,5% turun sampai 5,5% dan juga mengalami peningkatan pada kadar 6% dan 6,5%, hal ini disebabkan semakin bertambah kadar aspal maka aspal akan mengisi rongga

yang kosong sehingga membuat campuran anantara agregat dan aspal saling mengikat dengan baik dan nilai keruntuhan yang terjadi akan rendah.

Hubungan Kadar Aspal terhadap In Mixture (VIM) Void In Mixture)



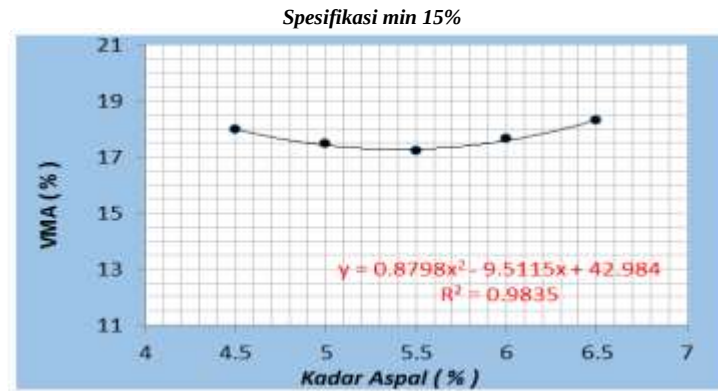
Gambar 3. Hubungan antara kadar aspal terhadap VIM

Berdasarkan hasil analisis, gambar 3 menjelaskan bahwa nilai VIM dari kadar aspal 4,5% nilai presentase volume rongga campuran turun sampai kadar selanjutnya. Campuran dengan kadar 4,5% - 5% tidak memenuhi spesifikasi. Hal ini menggambarkan bahwa volume rongga udara pada campuran semakin turun persentasenya akibat proses dalam

menambahkan kadar aspal. Dapat dijelaskan bahwa semakin kecil nilai VIM pada campuran maka semakin besar nilai VMA. Karena, bila semakin kecil persentase rongga yang terdapat pada campuran, maka akan semakin besar persentase rongga antara butir agregat yang tertutupi aspal. Namun

apabila kadar aspal berlebihan, aspal akan naik ke permukaan sehingga menutupi kadar aspal optimum yang dapat mengisi rongga.

Hubungan Kadar Aspal terhadap Void In Mineral Aggregates (VMA)

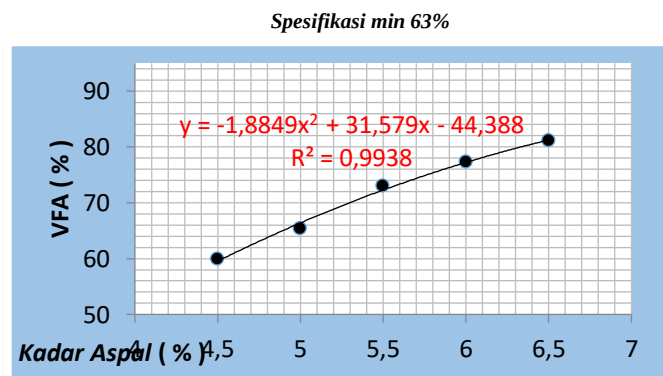


Gambar 4. Hubungan antara Kadar Aspal terhadap VMA

Berdasarkan hasil analisis, gambar 4 menjelaskan bahwa penambahan kadar aspal dalam campuran tersebut menyebabkan nilai VMA menurun. Hal ini disebabkan karena adanya kadar aspal yang bertambah berakibat pada makin sedikitnya ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang dibutuhkan. Setiap variasi kadar aspal pada campuran keseluruhan memenuhi nilai

VMA pada campuran berdasarkan spesifikasi Bina Marga yaitu minimal 15%. Penurunan akan terjadi pada nilai VMA dari kadar aspal 5% – 5,5% dan disatu sisi akan meningkat pada kadar 6% - 6,5%.

Hubungan Kadar Aspal terhadap Void Filled with Asphalt (VFA)

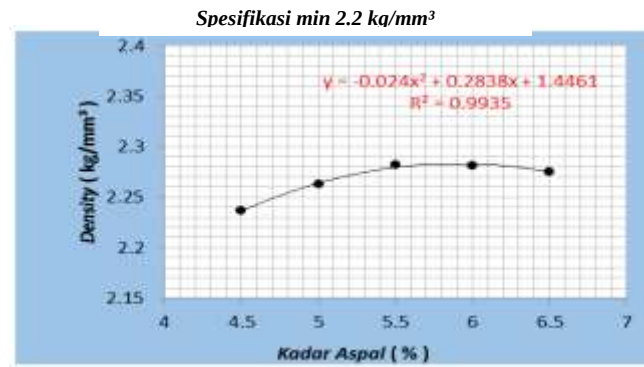


Gambar 5. Hubungan antara Kadar Aspal terhadap VFA

Berdasarkan hasil analisis, gambar 5 menjelaskan bahwa dari kadar aspal 4,5% nilai VFA mengalami kenaikan sampai kadar aspal 6,5%. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran maka semakin tinggi nilai VFA dalam campuran. Hal ini disebabkan oleh besarnya kadar aspal yang mengisi rongga agregat sehingga memberikan hanya

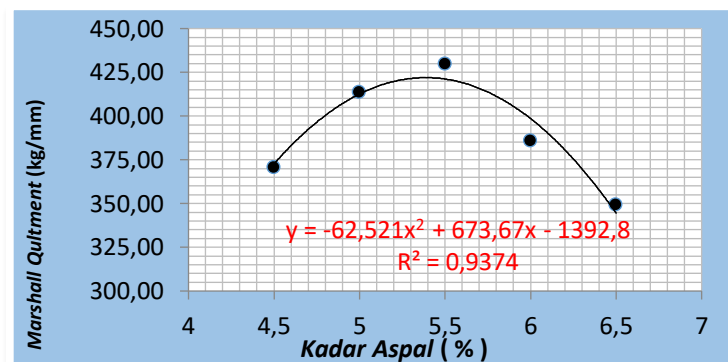
rongga pada agregat yang akan terisi oleh aspal melainkan rongga yang terdapat diantara butiran agregat (VIM) juga terisi oleh aspal. Pada kadar aspal 4,5% persentase VFA tidak memenuhi spesifikasi artinya kadar aspal yang digunakan kurang sehingga volume rongga yang terisi aspal menjadi kurang.

Hubungan Kadar Aspal terhadap Berat Volume (Density)



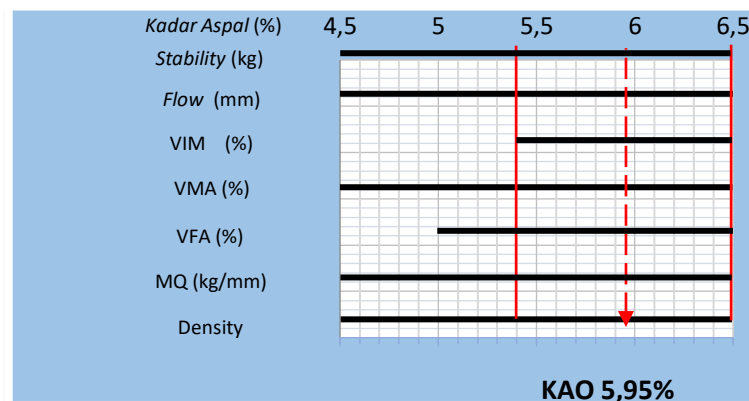
Gambar 6. Hubungan antara kadar aspal terhadap berat volume (density) Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa nilai *density* atau kepadatan pada kadar aspal sebesar 4,5% nilai *density* ini akan naik sampai kadar 5,5%, kemudian menurun pada kadar aspal 6 persen dan 6,5 persen. Kadar aspal 4,5% sampai 6,5%

Hubungan Kadar Aspal terhadap Marshall Quotient



Gambar 7. Hubungan antara Kadar Aspal terhadap Marshall Quotient Gambar 7 menjelaskan bahwa nilai *Marshall Quotient* bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian menurun. Nilai MQ maksudnya dapat menandakan tingkat fleksibilitas campuran, yaitu makin besar nilainya maka akan terlalu kaku. Namun nilai MQ ini juga tidak bagus jika terlalu kecil karena dapat menjadikan campuran rentan terhadap deformasi plastis.

Hubungan Kadar Aspal dengan Karakteristik Campuran Aspal



Gambar 8. Penentuan Nilai KAO Aspal Pertamina Pen 60/70

Berdasarkan hasil analisis, gambar 8 menjelaskan Pada barchart hubungan kadar aspal diatas menggunakan nilai tengah yang memenuhi karakteristik Marshal Test, sehingga diperoleh KAO sebesar 5,95%.

Nilai kadar aspal optimum (KAO) yang akan digunakan pada perencanaan campuran AC-WC dengan variasi bahan tambah filler abu ampas tebu dan abu jute dengan variasi kadar dari 0,0%, sampai 2,5%.

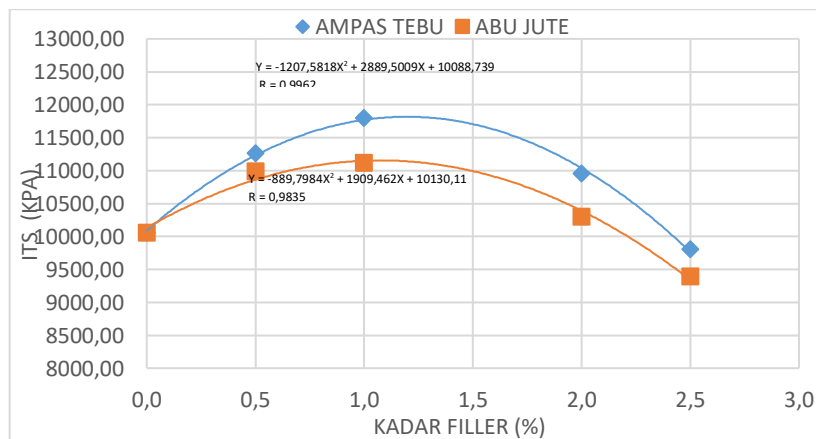
3.2. Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength* (ITS) terhadap Penggunaan Filler berdasarkan KAO Hubungan *Indirect Tensile Strength* (ITS) terhadap Variasi Filler

Definisi Kekuatan Tarik Tidak Langsung atau *Indirect Tensile Strength* (ITS) merupakan kemampuan atas bahan dalam menerima beban tarik. Pada proses itu tanpa adanya kerusakan dan dijadikan sebagai tegangan paling tinggi maksimum sebelum akhirnya putus dan Kekuatan Tarik adalah sebaliknya. Beban yang diberikan secara terus-menerus akan mengakibatkan tegangan (*stress*) yang akan diikuti dengan kenaikan regangan sampai pada regangan (*strain*) tertentu .

Tabel 2. merupakan data yang didapatkan dari pengujian *Indirect Tensile Strength* (ITS) campuran aspal menggunakan filler abu ampas tebu dan abu jute.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai *Indirect Tensile Strength* pada KAO dengan presentase campuran filler

Kadar Filler. (%)	Nilai ITS. (<i>Indirect Tensile Strength</i>) (KPa)	
	Abu ampas tebu	Abu jute
0,0	10060,97	10060,97
0,5	11262,49	10992,22
1,0	11801,43	11120,57
2,0	10960,36	10303,81
2,5	9808,26	9397,06



Gambar 9. Hubungan *Indirect tensile strength test* terhadap Filler Abu Ampas Tebu dan Abu Jute

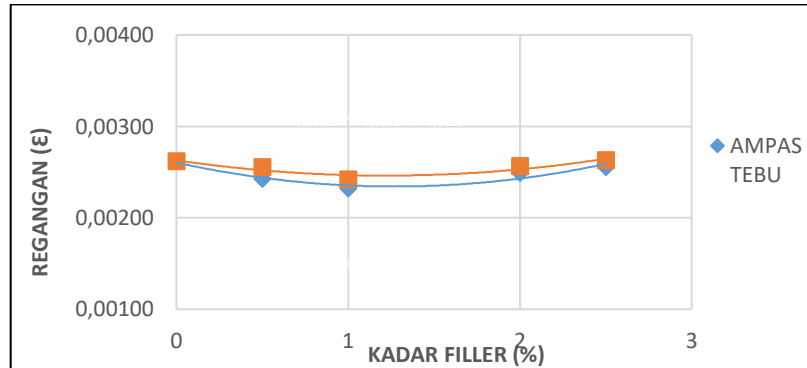
Berdasarkan Gambar 9. terlihat bahwa kuat tarik meningkat pada kadar 0,5-2,0% lalu pada kadar filler 2,5% kuat tarik mengalami penurunan. Dari analisa grafik tersebut, nilai kuat tarik optimum

pada penggunaan filler yaitu pada kadar filler 1,0%.

Hubungan Regangan (ϵ) terhadap Variasi kadar filler berdasarkan KAO
Dari hasil pengujian ITS didapatkan nilai Regangan (ϵ) pada campuran.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Regangan (ϵ) pada KAO dengan Kadar *filler* abu ampas tebu dan abu jute

Kadar Filler (%)	Nilai Regangan (ϵ)	
	Abu Ampas Tebu	Abu Jute
0,0	0,00262	0,00262
0,5	0,00243	0,00255
1,0	0,00232	0,00242
1,5	0,00249	0,00257
2,0	0,00256	0,00263



Gambar 10. Hubungan Regangan (ϵ) terhadap Filler Abu Ampas Tebu dan Abu Jute

Berdasarkan gambar 10. penambahan kadar filler abu ampas tebu dan abu jute, nilai regangan mengalami penurunan pada kadar filler 0,5 sampai 1,0% kemudian pada kadar filler 2,0% nilai regangan mengalami peningkatan hingga kadar filler 2,5/% yang berarti campuran tersebut cukup kaku sehingga lebih sulit dalam menahan tegangan tarik. Jadi apabila kadar filler bahan tambah yang digunakan untuk campuran berlebihan, maka nilai regangan akan meningkat.

Hubungan Modulus Elastis (E) terhadap Variasi kadar Filler berdasarkan KAO

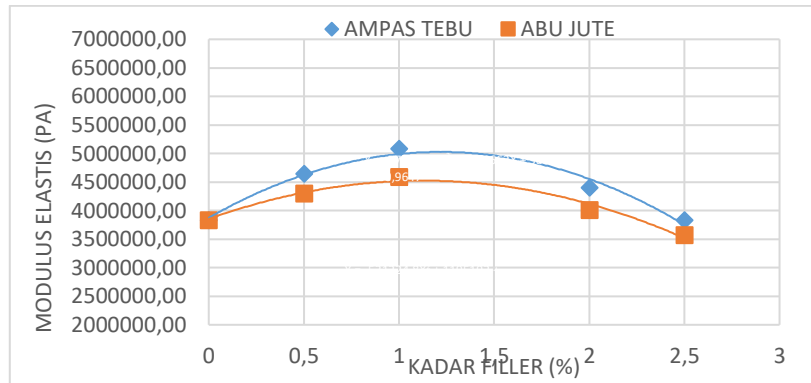
Modulus Elastis merupakan ukuran kekakuan suatu bahan setelah nilai tegangan dan regangan yang berasal dari perolehan campuran, sehingga dapat dihitung nilai Modulus Elastis dari

campuran. Modulus Elastis merupakan hubungan dari tegangan dan regangan yang menunjukkan kekakuan dari suatu bahan, setelah nilai tegangan dan regangan dari campuran diperoleh, sehingga dapat dihitung nilai Modulus Elastis dari campuran. Modulus elastis merupakan faktor yang sangat penting yang akan mempengaruhi kinerja perkerasan aspal karena apabila nilai modulus elastis rendah maka perkerasan mudah retak saat beban yang diterima menjadi lebih berat.

Tabel 2 dan 3 menunjukkan data yang digunakan untuk mendapatkan nilai modulus elastis campuran beton aspal dengan tambahan bahan abu ampas tebu dan abu jute dengan presentase *filler* pada tiap-tiap campuran dengan demikian didapatkan rekapitulasi nilai Modulus Elastis.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Modulus Elastis pada KAO dengan Masing-masing Variasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Abu Jute

Kadar Filler (%)	Nilai Modulus Elastis (KPa)	
	Abu Ampas Tebu	Abu Jute
0,0	3837002,69	3837002,69
0,5	4643495,21	4303875,97
1,0	5081262,48	4593999,33
1,5	3836540,31	4014574,84
2,0	4359661,97	3574363,33



Gambar 11. Hubungan modulus elastis terhadap filler abu ampas tebu dan abu jute

Berdasarkan Gambar 11. hubungan modulus elastis terhadap filler abu ampas tebu dan abu jute pada kadar 0,5% nilai modulus elastis mengalami peningkatan hingga kadar filler 1,0% kemudian pada kadar filler 2,0% nilai modulus elastis mengalami penurunan hingga kadar filler 2,5%. Nilai modulus elastis tertinggi pada kadar filler 1,0% dimana peran filler pada interval tersebut mampu membuat campuran menjadi tidak kaku sehingga regangan yang terjadi cukup kecil. Kemampuan benda uji pada interval tersebut juga

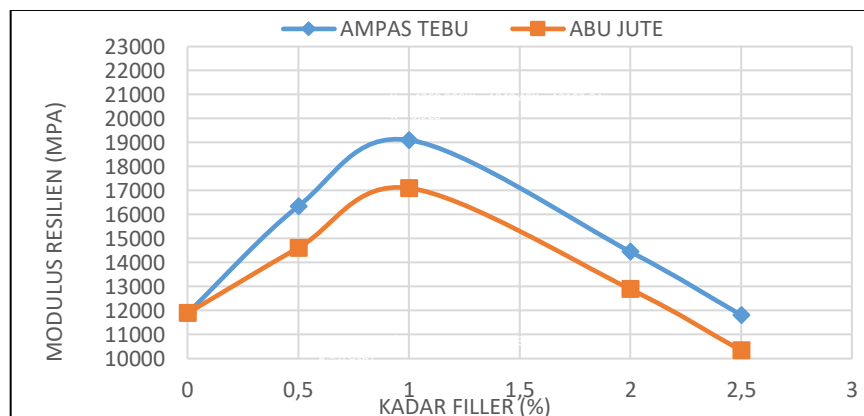
bekerja dengan sangat baik karena mampu menahan tegangan tarik yang tinggi karena nilai modulus elastis yang juga tinggi sehingga campuran menjadi tidak kaku yang menyebabkan potensi terjadinya retak menjadi berkurang.

Hubungan Modulus Resilien terhadap Variasi kadar Filler berdasarkan KAO

Nilai rekapitulasi modulus *resilien* penggunaan *filler* abu ampas tebu dan abu jute sebagai berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Modulus *Resilien* pada KAO dengan Masing-masing Variasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Abu Jute

Kadar Filler (%)	Nilai Modulus <i>Resilien</i> (MPa)	
	Abu Ampas Tebu	Abu Jute
0,0	11889,777	11889,777
0,5	16341,642	14612,331
1,0	19106,309	17104,923
1,5	14450,387	12889,394
2,0	11815,840	10336,012



Gambar 12. Hubungan Modulus *Resilien* terhadap Filler Abu Ampas Tebu dan Abu Jute

Berdasarkan Gambar 12 dapat dianalisis bahwa hubungan modulus resilien terhadap filler abu ampas tebu dan abu jute pada kadar filler 0,5% mengalami peningkatan hingga kadar filler 1,0% kemudian pada kadar filler 2,0% nilai modulus resilien dapat turun sampai kadar 2,5%. Jika kadar filler bahan tambahan berlebih maka nilai modulus resilien akan semakin rendah.

3.3 Pembahasan

Pengaruh Abu Ampas Tebu dan Abu Jute terhadap kuat tarik

Abu ampas tebu dan abu jute jika digunakan dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada kadar 0,5%, 1,0%, dan 2,0% dengan nilai kuat tarik masing-masing untuk abu ampas tebu 11262,49 KPa, 11801,43 KPa, dan 10960,36 KPa sedangkan untuk abu jute 10992,22 KPa, 11120,57 KPa, dan 10303,81 KPa. Sehingga didapatkan kadar filler optimum abu ampas tebu dan abu jute yaitu 1,0%. Penambahan abu ampas tebu sebagai filler memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi daripada jika menggunakan filler abu jute.

Dengan demikian keduanya, abu ampas tebu dan abu jute, dapat dijadikan bahan campuran dalam filler. Hal tersebut dibuktikan karena dapat menambah nilai kuat tarik yang ditujukan untuk memikul beban lalu lintas. Selain itu campuran ini juga dapat bersifat fleksibel, namun hanya pada kadar filler tertentu, yakni 0,5%, 1,0%, dan 2,0%. Dengan suatu catatan bahwa jika campuran melebihi ukurannya, campuran tersebut dapat kaku lalu retak dan akan hancur.

Pengaruh Abu Ampas Tebu dan Abu Jute terhadap regangan

Penggunaan abu ampas tebu dan abu jute khususnya dapat memperkecil nilai regangan. Namun pada penambahan tertentu, nilai regangan akan menjadi lebih kaku. Kemudian jika lebih kaku, benda uji sampai dapat mengalami keretakan dan runtuh. Penggunaan abu ampas tebu dan abu jute pada kadar 0,5% - 1,0% mengalami penurunan regangan, hal ini disebabkan

kemampuan benda uji dalam menerima tegangan cukup baik sehingga regangan yang terjadi kecil. Dapat diambil simpulan bahwa jika kuat tarik makin tinggi maka akan menciptakan regangan yang lebih rendah. Hal tersebut dapat terjadi demikian karena campuran mampu menahan beban tarik yang mengakibatkan regangan akan lebih kecil dari kondisi normalnya.

Pengaruh Abu Ampas Tebu dan Abu Jute terhadap modulus elastisitas

Pada penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa abu ampas tebu dan abu jute yang digunakan sebagai filler dapat meningkatkan nilai modulus elastis yaitu pada kadar 0,5% - 1,0%. Dengan kata lain ada hubungan terbalik antara modulus elastis dengan regangan. Maksudnya yaitu jika nilai modulus elastis makin tinggi maka nilai regangan akan mencapai nilai yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan yaitu jika nilai modulus elastis lebih tinggi, maka campuran akan terjadi sulitnya bentuk untuk berubah. Hal ini dikarenakan juga karena sifat modulus elastis yang dapat berubah akibat adanya penambahan perpaduan dan panas.

Pengaruh Abu Ampas Tebu dan Abu Jute terhadap Modulus Resilien

Abu ampas tebu dan abu jute yang dijadikan sebagai filler terbukti dapat memperbesar nilai modulus resilien pada kadar 0,5% - 1%. Kemampuan benda uji pada variasi tersebut juga bekerja dengan sangat baik karena mampu menahan beban yang tinggi karena nilai modulus resilien yang juga tinggi sehingga campuran menjadi kaku yang menyebabkan potensi terjadinya perubahan bentuk menjadi berkurang. Berbeda pada kadar filler 2,0% - 2,5% nilai modulus resilien terus mengalami penurunan seiring penambahan filler hal ini disebabkan karena penggunaan filler masih belum cukup optimal dalam membuat campuran menjadi kaku. Jika kadar filler yang digunakan justru berlebih maka modulus resilien menjadi

rendah dan perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan lebih jauh mengenai campuran aspal beton dengan menggunakan *filler* abu ampas tebu dan abu jute dapat disusun beberapa simpulan antara lain:

- 1) Kekuatan campuran beton aspal menggunakan filler abu ampas tebu dapat meningkatkan nilai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan filler abu jute. Nilai kuat tarik menggunakan filler abu ampas tebu dan abu jute untuk kadar filler 0% sebesar 10060,97 KPa dan mengalami peningkatan dengan kuat tarik optimum pada kadar aspal 1,0% masing-masing sebesar 11801,43 KPa dan 11120,57 KPa. Tetapi pada kadar 2,5% nilai kuat tarik mengalami penurunan sebesar 9808,26 KPa dan 9397,06 KPa.
- 2) Penggunaan filler abu ampas tebu lebih mampu meningkatkan nilai modulus *resilien* campuran beton aspal dibandingkan menggunakan filler abu jute. Nilai modulus *resilien* tertinggi pada kadar filler abu ampas tebu dan abu jute yaitu 1,0% sebesar 145462,60 MPa dan 141207,19 MPa. Tetapi pada kadar 2,5% nilai modulus *resilien* mengalami penurunan sebesar 11815,840 MPa dan 11815,840 MPa.

4.2 Saran

Beberapa saran dari peneliti yang dapat diajukan antara lain:

Penelitian yang dilakukan ini peneliti harap bisa dikembangkan dengan meneliti abu ampas tebu dan abu sekam jute sebagai *filler* pada Lataston, Latasir, maupun jenis lapisan

perkerasan lain yang mempunyai sifat kepadatan mutlak. Selain itu dapat disarankan bahwa aspal yang digunakan dalam penelitian bisa lebih bervariasi jenisnya sehingga dapat lebih menguji pengaruh dari abu ampas tebu dan abu jute sebagai bahan tambah.

Daftar Pustaka

- Ahmad, M. (2010). *Kajian karakter indirect tensile strength asphalt concrete recycle dengan campuran aspal penetrasi 60/70 dan residu oli pada campuran hangat*. Universitas Sebelas Maret.
- Disurya, W., & Suseno, R. (2002). *Penggunaan abu ampas tebu untuk pembuatan beton dengan analisa faktorial desain*. Universitas Kristen Petra.
- Gede, W. I. (2012). *Study Kekuatan Bending dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene yang Diperkuat oleh Hybrid Serat Sisal dan Karung Goni*. Universitas Mataram.
- Syarkawi, M. (2011). *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi filler Terhadap Karakteristik Campuran aspal Beton*. Universitas Muslim Indonesia, Makassar.