



Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Filler Dalam Campuran AC-WC

Nanda Rizki¹, Meliyana², Mery Silviana³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

*Email korespondensi: naandariski@gmail.com

Diterima Juni 2023; Disetujui Juli 2023; Dipublikasi Juli 2023

Abstract: *In this study, an alternative to fillers was carried out, namely by using rice husk ash taken from the combustion waste in a rice factory. This study aims to determine the effect of using rice husk ash as a filler in the AC-WC concrete asphalt mixture with optimum asphalt content on the Marshall Parameter test value. In this study the method used is the experimental method, which is a method that is carried out by carrying out a series of experimental activities to obtain data. The method of carrying out the tests refers to the 2010 General Highways Specifications regulations (Revision 3) and the Indonesian National Standard (SNI) relating to asphalt concrete testing as implementation standards. For each test object, 3 samples were made at a percentage of asphalt content of 4.5%:5.0%;5.5%:6.0%;6.5% for 15 test objects to obtain Optimum Asphalt Content (KAO). Based on the KAO obtained, namely 5.50%, then each of the 3 test objects was made with variations in the use of rice husk ash material, namely 25%, 50%, 75%, and 100%. Based on the test results that have been carried out, the percentage of variations in the use of rice husk ash as a filler for the best Marshall Parameters is found in the 75% variation, namely Density; the VMAs; VIM; VFAs; stability; Flow; Marshall Quotient: 2.28 t/m³; 4.61%; 16.71%; 72.42%; 2644.5 kg; 2.83mm; 945.64 kg/mm. As for the other variations, they do not meet all the requirements according to the 2010 Revision 3 Bina Marga Specifications.conclusion*

Keywords: AC-WC, Laston, Rice Husk Ash, Marshall Parameters

Abstrak: Pada penelitian ini dilakukan alternatif pengganti bahan pengisi yaitu dengan menggunakan abu sekam padi yang diambil dari limbah hasil pembakaran pada kilang padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal beton AC-WC dengan kadar aspal optimum terhadap nilai uji Parameter Marshall. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan serangkaian kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Cara pelaksanaan pengujian mengarah pada peraturan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berkaitan dengan pengujian aspal beton sebagai standar pelaksanaannya. Benda uji masing-masing dibuat 3 benda uji pada persentase kadar aspal 4,5%:5,0 %;5,5%:6,0%;6,5% sebanyak 15 benda uji untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO). Berdasarkan KAO yang didapatkan yaitu 5,50% kemudian dibuat masing-masing 3 benda uji dengan variasi penggunaan material abu sekam padi adalah 25%, 50%, 75%, dan 100%. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan presentase variasi penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* Parameter Marshall terbaik terdapat pada variasi 75% yaitu *Density*; VMA; VIM; VFA; *Stability*; *Flow*; *Marshall Quotient*: 2,28 t/m³; 4,61%; 16,71%; 72,42%; 2644,5 kg; 2,83 mm; 945,64 kg/mm. Sedangkan untuk variasi yang lain tidak memenuhi keseluruhan syarat sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.

Kata kunci : AC-WC, Laston, Abu Sekam Padi, Parameter Marshall.

Lapis aspal beton merupakan salah satu jenis campuran beraspal yang digunakan sebagai lapis permukaan pada perkerasan lentur. Untuk menghasilkan campuran aspal beton yang baik dan keawetan yang tinggi maka diperlukan bahan baku yang baik yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal. Untuk spesifikasi campuran agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang dihasilkan mesin pemecah batu (*stone crusher*).

Untuk menghasilkan perkerasan yang baik, maka dibutuhkan komposisi agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal. Salah satu *filler* yang dapat digunakan pada campuran aspal panas adalah abu sekam padi. Menurut Faiz & Nadia (2017), Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari hasil pembakaran sekam padi. Sekam tersusun dari jaringan serat-serat selulosa yang mengandung banyak silika (Alvee *et al.* 2023).

Menurut Mittal (1997), abu sekam padi merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar setelah dilakukan pembakaran. Silika yang dihasilkan dari sekam padi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan silika mineral, dimana silika sekam padi memiliki butiran halus, lebih reaktif, dapat diperoleh dengan cara mudah dengan biaya yang relatif murah, serta didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah dan dapat diperbaharui.

Berdasarkan dari informasi diatas, maka dalam penelitian ini digunakan bahan pengisi (*filler*) abu sekam padi dalam lapisan AC-WC. Sehingga diharapkan akan menambah daya tahan dan kekuatan lapis perkerasan aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air dan cuaca. Pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* dalam

lapisan AC-WC akan diuji dengan Test Marshall.

KAJIAN PUSTAKA

Karakteristik Beton Aspal

Tujuh karakteristik campuran yang wajib dimiliki oleh beton aspal merupakan stabilitas, keawetan ataupun durabilitas, kelenturan ataupun fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan, kekesatan permukaan ataupun ketahanan geser, kedap air serta mudah untuk dilaksanakan. (Silvia Sukirman,2003).

Aspal

Menurut Sukirman (1999), aspal merupakan material perekat yang berwarna hitam ataupun gelap, berbentuk padat ataupun semi padat, aspal bisa didapatkan dari alam maupun hasil produksi. Aspal bersifat termoplastis ialah mencair bila dipanaskan serta kembali mengeras bila temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi perkerasan jalan.

Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi (*filler*) merupakan material dengan ukuran butiran yang sangat kecil yang digunakan untuk mengisi rongga-rongga udara pada campuran yang mungkin dapat terbentuk karena proses pemadatan campuran atau gradasi ukuran agregat yang kurang baik.

Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Bahan pengisi bisa berbentuk debu batu kapur, semen Portland, abu terbang, abu tanur semen ataupun material non plastis lainnya. Bahan pengisi yang digunakan tidak boleh menggumpal dan harus dalam keadaan kering.

Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi (*filler*) minimal 1% dari berat total (Silvia Sukirman, 2003).

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan hasil pembakaran sisa buangan sekam padi. Sekam tersusun dari jaringan serat-serat selulosa yang memiliki banyak silica dalam bentuk serabut-serabut yang sangat keras. (Faiz dan Nadia, 2017), (Rahmawati *et al.* 2022).

Abu sekam padi merupakan hasil pembakaran dari limbah sekam padi. Abu sekam mempunyai sifat khusus yaitu memiliki senyawa kimia yang bersifat pozzolan yaitu memiliki silikat (SiO₂) suatu senyawa yang apabila dicampur dengan semen dan air bisa digunakan untuk menaikkan kuat tekan dan kuat tarik beton (Puspita, 2010:2), (Meliyana *et al.* 2019a).

Abu sekam padi banyak memiliki unsur karbon (C) dan silica. Karbon (C) dan silica mempunyai fungsi sebagai lem atau zat perekat serta memiliki sifat pozzolanic (Aditya Sesunan, 2011), (Handayani *et al.* 2021). Menurut Nugraha (1989), abu sekam padi merupakan limbah hasil pembakaran dari sekam padi yang umumnya digunakan sebagai bahan bakar dalam proses pembakaran batu bata merah.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan percobaan untuk mendapatkan data. Pengujian material menggunakan metode uji Spesifikasi Umum Bina

Marga 2010 Revisi 3.

Penentuan Material

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur dan dilanjutkan dengan penyediaan material yang digunakan terdiri dari bahan pengikat aspal penetrasi 60/70, agregat berasal dari quarry yang diproses oleh PT. Krueng Meuh yang terletak di Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar, dan *filler* digunakan abu sekam padi lolos saringan No. 200 dari Kilang Padi Meutuah Baro Kecamatan Kuta Baro, Kabupaten Aceh Besar.

Persiapan Peralatan

Semua peralatan yang dibutuhkan untuk penelitian ini tersedia di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pertama-tama yang harus dilakukan dalam penelitian ini yaitu menentukan kajian kepustakaan, mempersiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian, kemudian pengujian bahan campuran aspal, yaitu pengujian agregat kasar dapat berupa pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat, analisa saringan, pengujian abrasi dengan Mesin Los Angeles, pengujian berbentuk pipih dan lonjong. Pengujian agregat halus dapat berupa pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat, analisa saringan.

Untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) maka terlebih dahulu dicari kadar aspal tengah yang selanjutnya nilai kadar aspal tengah dijadikan nilai patokan untuk pembuatan benda uji, benda uji masing-masing dibuat dengan variasi kadar aspal perkiraan dengan peningkatan dan penurunan sebesar 0,5% yaitu

4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% kadar aspal, selanjutnya pengujian benda uji dengan menggunakan alat marshall test untuk mendapatkan kadar aspal optimum.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji untuk Filler Semen

Perancangan Kadar Aspal Optimum	Jumlah					
	Kadar Aspal (%)	4 %	4,5 %	5 %	5,5 %	6 %
Jumlah Benda Uji (buah)	3	3	3	3	3	15

Setelah diperoleh kadar aspal optimum hasil uji marshall di mana syaratnya harus memenuhi spesifikasi maka dilanjutkan pada tahapan selanjutnya yaitu pembuatan benda uji dengan penambahan *filler* abu sekam padi dalam campuran aspal beton AC-WC dengan kadar penambahan masing – masing sampel adalah, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat *filler* yang diizinkan. Benda uji yang telah ditambahkan dengan *filler* abu sekam padi selanjutnya dilakukan perendaman selama 24 jam, dan selanjutnya dilakukan perendaman dalam *water bath* selama 30 menit.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji dengan Penambahan Filler Abu Sekam Padi

Kadar aspal benda uji Marshall dari hasil KAO	Jumlah				
Penggunaan kadar Abu Sekam Padi (Persentase terhadap <i>filler</i>)	25 %	50%	75 %	100 %	
Jumlah Benda Uji (buah)	3	3	3	3	12

Berdasarkan variasi kadar *filler* abu sekam padi tersebut dibuat masing-masing benda uji sebanyak 3 sampel agar tidak terjadi kesalahan pada pengujian dan supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat, jadi jumlah seluruh benda uji yang dibutuhkan adalah 12 sampel.

Selanjutnya dilakukan pengujian marshall yang bertujuan untuk mengetahui nilai stabilitas, *flow* dan nilai parameter marshall VMA, VIM, VFA dan sejauh mana pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap aspal beton AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) seiring penambahan kadar abu sekam padi dalam campuran tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Agregat

Proses pengujian berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis *apparent* dan penyerapan air pada agregat kasar dilakukan secara berurutan, dikarenakan padapengujian tersebut memiliki kebutuhan parameter yang sama dan saling terkait, yaitu berat benda uji kering oven, berat benda uji kering permukaan jenuh dan berat benda uji dalam air.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat Kasar

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi BM 2010
	4	4,5	5	5,5	6	
Kepadatan (t/m ³)	2,286	2,291	2,309	2,284	2,378	-
VIM (%)	6,509	5,655	4,236	4,592	3,046	Min. 3-5
VMA (%)	15,123	15,585	15,358	16,696	16,373	Min. 15
VFA (%)	56,97	63,72	72,78	74,49	81,48	Min. 65
Stabilitas (kg)	1862,0	1853,2	2375,2	2718,0	2221,6	Min. 800
Flow (mm)	3,47	3,50	3,07	3,23	3,43	Min. 3
MQ(kg/mm)	570,29	559,62	855,91	886,93	647,57	Min. 250

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat Halus

No	Pengujian	Standarisasi	Syarat	Hasil	Keterangan
3	Penyerapan air	SNI 03-1969-2008	≤ 3%	0,846%	Memenuhi
4	Berat jenis bulk	SNI 03-1969-2008	≥ 2,5 gr/cc	2,625 gr/cc	Memenuhi
5	Berat jenis semu	SNI 03-1969-2008	≥ 2,5 gr/cc	2,685 gr/cc	Memenuhi
6	Berat jenis SSD	SNI 03-1969-2008	≥ 2,5 gr/cc	2,647 gr/cc	Memenuhi
7	Lolos ayakan No.200	ASTM D-4791	Maks.10%	9,722%	Memenuhi

Pengujian Marshall Untuk Nilai KAO

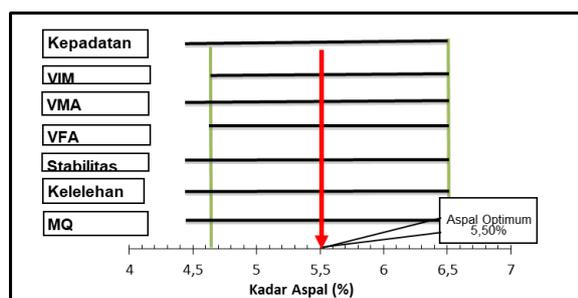
Pengujian ini bertujuan untuk mencari kadar

aspal optimum (KAO). Dari hasil pengujian kadar aspal rencana (Pb) didapatkan nilai sebesar 5,5%. Setelah didapatkan nilai Pb, maka dilakukan pengujian pada beberapa variasi kadar aspal dengan Pb sebagai rujukannya. Hasil pengujian Marshall menghasilkan parameter yaitu: *Density*, VIM, VMA, VFA, Stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient*. Dari analisis hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal sebesar 4.0%; 4.5%; 5.0%; 5.5%; dan 6.0%. Dapat dilihat pada Tabel. 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall untuk Menentukan KAO pada Benda Uji

No	Pengujian	Standarisasi	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Abrasi	SNI 03-2417-2008	≤ 30%	17,754%	Memenuhi
3	Penyerapan air	SNI 03-1969-2008	≤ 3%	0,846%	Memenuhi
4	Berat jenis <i>bulk</i>	SNI 03-1969-2008	≥ 2.5 gr/cc	2,625 gr/cc	Memenuhi
5	Berat jenis semu	SNI 03-1969-2008	≥ 2.5 gr/cc	2,685 gr/cc	Memenuhi
6	Berat jenis SSD	SNI 03-1969-2008	≥ 2.5 gr/cc	2,647 gr/cc	Memenuhi
7	Indeks kepipihan	ASTM D-4791	Maks.10%	9,722%	Memenuhi
8	Indeks kelonjongan	ASTM D-4791	Maks.10%	9,851%	Memenuhi
9	Tumbukan (<i>impact</i>)	SNI 03-4426-1997	Maks.30%	8,647%	Memenuhi

Dari hasil pengujian marshall, kemudian dapat ditentukan kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum adalah kadar yang menunjukkan kondisi campuran aspal AC-WC yang memenuhi persyaratan spesifikasi meliputi *Density*, VMA, VIM, VFA, Stabilitas, *Flow* dan MQ.



Gambar 1. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Hasil Pengujian Marshall dengan Abu Sekam Padi

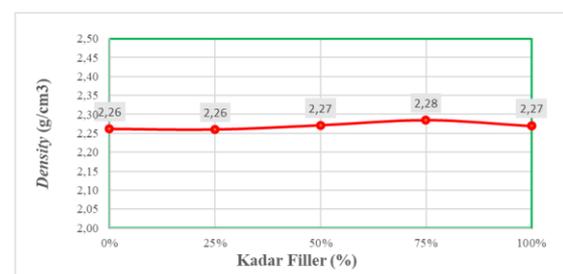
Pengujian benda uji dengan menggunakan abu sekam padi sebagai *filler* dalam campuran merupakan hasil dari pengujian langsung terhadap benda uji dengan menggunakan kadar aspal 5,5% yang didapat dari nilai KAO pengujian dana nilai kadar aspal tengah yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus (pb).

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan Filler Abu Sekam Padi

Karakteristik Campuran	Variasi Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi					Spesifikasi BM 2010
	0%	25%	50%	75%	100%	
Kepadatan (t/m^3)	2,26	2,26	2,27	2,28	2,27	-
VIM (%)	5,58	5,65	5,18	4,61	5,24	Min. 3-5
VMA (%)	18,51	17,62	17,21	16,71	17,26	Min. 15
VFA (%)	69,80	68,14	69,92	72,42	69,70	Min. 65
Stabilitas (kg)	1833,8	1831,4	2261,9	2644,5	2085,6	Min. 800
<i>Flow</i> (mm)	3,47	4,13	4,27	2,83	3,43	Min. 2-4
MQ(kg/mm)	567,61	480,34	551,74	945,64	607,16	Min. 250

Analisa Terhadap Nilai Kepadatan (*density*)

Density (berat isi) merupakan besarnya kerapatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai *density* adalah temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, kadar *filler* dan kadar aspal. Nilai kepadatan yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1.

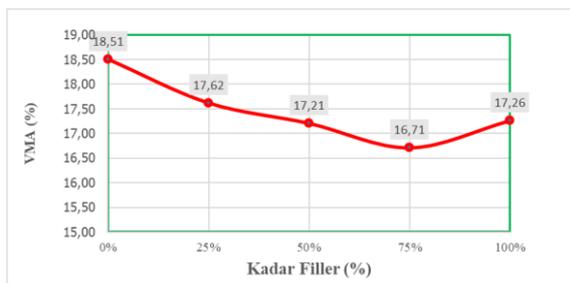


Gambar 1. Grafik Hubungan antara Nilai *Density* dengan Variasi Kadar *Filler*

Dari grafik diatas diperoleh nilai *density* minimum pada campuran dengan penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 25% yaitu sebesar 2,26 gr/cc sedangkan nilai *density* maksimum pada campuran dengan penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 75% yaitu sebesar 2,28 gr/cc.

Analisa Terhadap Nilai VMA (*Void In Mineral Agregat*)

VMA adalah nilai rongga udara yang terdapat di antara partikel campuran yang sudah dipadatkan dinyatakan dalam persentase dari volume total. Nilai VMA berpengaruh pada sifat keawetan dan kedekatan terhadap udara dan air. Nilai VMA yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.

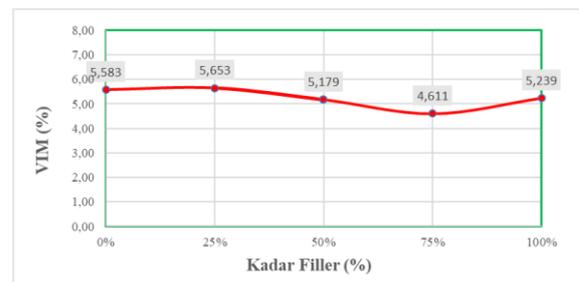


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Nilai VMA dengan Variasi Kadar *Filler*

Dari grafik diatas diperoleh nilai VMA minimum pada campuran penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 75% yaitu sebesar 16,71% sedangkan nilai VMA maksimum untuk campuran penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada yang tidak menggunakan abu sekam padi (0%) yaitu sebesar 18,51%. Berdasarkan spesifikasi nilai VMA minimal adalah 15% sehingga untuk keseluruhan nilai VMA memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

Analisa Terhadap Nilai VIM (*Void In The Mix*)

VIM adalah jumlah ruang udara yang terkandung dalam campuran yang terdapat diantara partikel agregat yang dinyatakan dalam persen dari volume total. Faktor yang mempengaruhi nilai VIM adalah kadar aspal, pemadatan dan gradasi agregat. Nilai VIM yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.

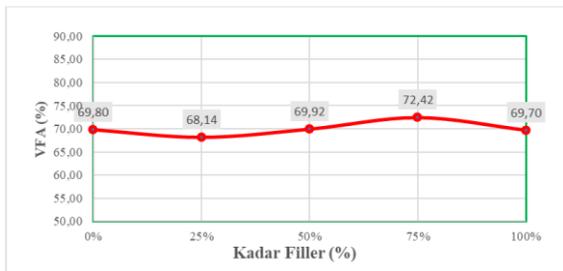


Gambar 3. Grafik Hubungan antara Nilai VIM dengan Variasi Kadar *Filler*

Dari grafik diatas diperoleh nilai VIM minimum untuk campuran penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 75% yaitu sebesar 4,611% sedangkan nilai VIM maksimum untuk campuran penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 25% yaitu sebesar 5,653%. Sehingga untuk nilai VIM yang memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010 hanya pada variasi 75%.

Analisa Terhadap Nilai VFA (*Void Filled With Asphalt*)

VFA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal. Nilai VFA dapat meningkatkan keawetan campuran. Nilai VFA yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 4.

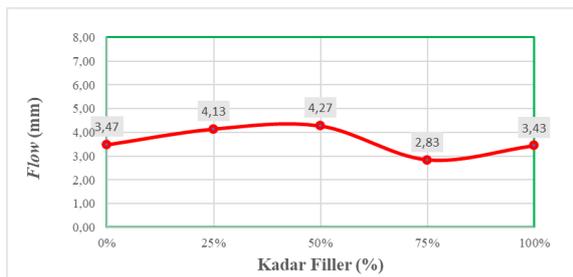


Gambar 4. Grafik Hubungan antara Nilai VFA dengan Variasi Kadar Filler

Dari hasil grafik hubungan antara nilai VFA dengan variasi kadar *filler* abu sekam padi terlihat bahwa semakin tinggi kadar abu sekam padi maka nilai VFA cenderung mengalami peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena *filler* abu sekam padi yang ada dapat menutupi rongga (Meliana *et al.* 2019b).

Analisa Terhadap Nilai Kelehan (*flow*)

Kelehan (*flow*) adalah besarnya deformasi atau penurunan campuran yang dipadatkan. Nilai *flow* sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, semakin tinggi nilai kadar aspal semakin tinggi nilai *flow*. Nilai kelehan (*flow*) yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 5.



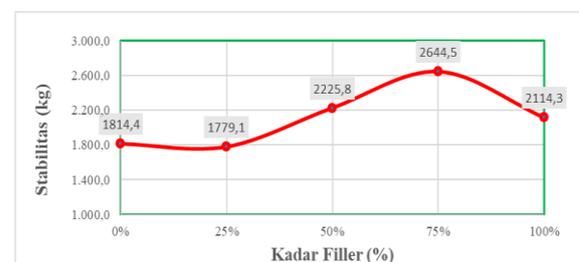
Gambar 5. Grafik Hubungan antara Nilai Flow dengan Variasi Kadar Filler

Dari grafik diatas diperoleh nilai *flow* minimum pada campuran dengan penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 75% yaitu

sebesar 2,83 mm sedangkan nilai *flow* maksimum pada campuran penambahan *filler* abu sekam padi terdapat pada kadar *filler* 50% yaitu sebesar 4,27 mm. Apabila nilai *flow* terlalu rendah akan menyebabkan lapisan perkerasan menjadi kaku dan rentan untuk mengalami retak (*cracking*). Apabila nilai *flow* terlalu tinggi maka campuran akan menjadi plastis sehingga mudah berubah bentuk (*deformasi*) pada lapisan perkerasan.

Analisa Terhadap Nilai Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah besarnya kemampuan atau ketahanan benda uji terhadap beban lalu lintas, stabilitas yang besar akan mudah menerima beban lalu lintas sehingga ketahanannya lebih besar. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh kadar aspal, penetrasi aspal, sifat *interlocking* dari partikel agregat serta gradasi agregat. Nilai stabilitas yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 6.



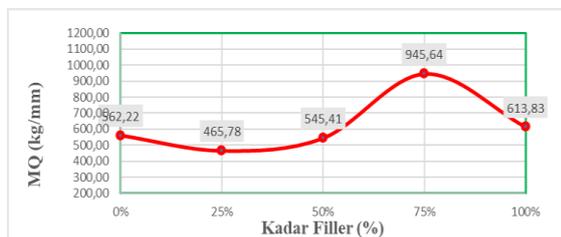
Gambar 6. Grafik Hubungan antara Nilai Stabilitas dengan Variasi Kadar Filler

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai stabilitas optimum sebesar 2644,5 kg. Berdasarkan spesifikasi nilai stabilitas minimal adalah 800 kg sehingga untuk keseluruhan nilai stabilitas memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

Analisa Terhadap Nilai Marshall Quotient (MQ)

MQ adalah hasil pembagian nilai antara stability dengan *flow* yang dinyatakan dalam

kg/mm. Nilai MQ tergantung dari besarnya nilai stabilitas dan nilai flow. Dari hasil grafik hubungan antara nilai MQ dengan variasi kadar *filler* abu sekam padi terlihat bahwa semakin tinggi kadar abu sekam padi maka nilai MQ cenderung mengalami peningkatan sampai batas optimum yaitu pada kadar *filler* 75% dan kemudian mengalami penurunan pada kadar *filler* 100%. Nilai MQ yang diperoleh dari hasil penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Nilai MQ dengan Variasi Kadar *Filler*

Dari variasi penambahan abu sekam padi sebagai *filler* dari 25%, 50%, 75% dan 100% didapatkan hasil terbaik yang memenuhi semua persyaratan Bina Marga 2010 Revisi 3 terdapat pada variasi penambahan abu sekam padi 75%. Untuk rekap hasil pengujian benda uji 75% abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekap Hasil Pengujian Parameter Marshall variasi 75% Abu Sekam Padi

Karakteristik Campuran	Variasi Kadar <i>Filler</i> 75% Abu Sekam Padi				Spesifikasi BM 2010
	Benda Uji I	Benda Uji II	Benda Uji III	Rata-rata	
Kepadatan (t/m ³)	2,28	2,29	2,29	2,28	-
VIM (%)	4,75	4,51	4,58	4,61	Min. 3-5
VMA (%)	16,83	17,62	17,21	16,71	Min. 15
VFA (%)	71,81	72,88	72,56	72,42	Min. 65
Stabilitas (kg)	2646,3	2750,2	2537,1	2644,5	Min. 800
Flow (mm)	2,40	3,20	2,90	2,83	Min. 2-4
MQ(kg/mm)	1102,63	859,44	874,85	945,64	Min. 250

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai *Filler* Dalam Campuran AC-WC dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar aspal optimum (KAO) yang didapatkan untuk campuran aspal panas lapisan aus AC-WC yaitu 5,5%. Kadar aspal optimum ini diperoleh berdasarkan hasil pengujian Marshall yang telah dilakukan dan telah memenuhi karakteristik nilai marshall sesuai dengan spesifikasi.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan presentase variasi penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* Parameter Marshall terbaik terdapat pada variasi 75% yaitu *Density*; VMA; VIM; VFA; *Stability*; *Flow*; Marshall Quotient: 2,28 t/m³; 4,61%; 16,71%; 72,42%; 2644,5 kg; 2,83 mm; 945,64 kg/mm. Sedangkan untuk variasi yang lain tidak memenuhi keseluruhan syarat sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.
3. Maka campuran terbaik yang dapat digunakan dilapangan terdapat pada campuran dengan penambahan 75% *filler* abu sekam padi karena memiliki nilai stabilitas tertinggi dibandingkan dengan campuran lain. Dilihat dari nilai *density*, VMA, VIM, VFA, stabilitas, *flow* dan MQ dengan kadar *filler* 75% memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Dari parameter marshall dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan kadar *filler* abu sekam padi seluruhnya yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3

Saran

1. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian mengenai *filler* abu sekam padi terhadap variasi dan pengujian yang berbeda dengan penelitian sebelumnya.
2. Dari hasil penelitian yang memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010 maka dapat memanfaatkan limbah abu sekam padi ini sebagai alternatif untuk pengganti *filler* dimana dapat menghemat biaya dan pengurangan adanya penumpukan limbah.
3. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat memakai peraturan yang terbaru dari Spesifikasi Bina Marga 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Perkerasan Aspal, Bina Marga Spesifikasi Umum Divisi 6 Revisi 3: Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Sukirman, S., 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Ridwan, F. S. 2017. Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton. Jakarta : Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Mittal. Davinder, 1997. Silica from Ash: A Valuable Product from Waste Material. Resonance. Vol. 2(7), hal. 64-66.
- Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Bina Marga 2010, Divisi 6 Revisi III, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya. Jakarta: Direktorat Jinderal Bina Marga.
- Alvee, A.R., Malinda, R., Akbar, A.M., Ashar, R.D., Rahmawati, C., and Putri, L.D., 2023. Influence of nanosilica and crystalline admixture on the short-term behaviour of buried underground geopolymer paste. In: AIP Conference Proceedings. 2677.
- Handayani, L., Aprilia, S., Abdullah, A., Rahmawati, C., Abdullah, M.M.A.B., Aziz, I.H., and Azimi, E.A., 2021. Synthesis of Sodium Silicate from Rice Husk Ash as an Activator to Produce Epoxy-Geopolymer Cement. In: Journal of Physics: Conference Series. 1–8.
- Meliyana, M., Rahmawati, C., and Handayani, L., 2019a. Sintesis Nano Silika dari Abu Sekam Padi Dengan Metode Sol-Gel. In: Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan ke-3. 800–807.
- Meliyana, M., Rahmawati, C., and Handayani, L., 2019b. Sintesis Silika Dari Abu Sekam Padi Dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Bata Ringan. Elkawnie, 5 (2), 164–175.
- Rahmawati, C., Aprilia, S., Saidi, T., Aulia, T.B., Amin, A., Ahmad, J., and Isleem, H.F., 2022. Mechanical Properties and Fracture Parameters of Geopolymers based on Cellulose Nanocrystals from Typha sp. Fibers. Case Studies in Construction Materials, e01498.