

PENGARUH FILLER ABU SEKAM PADI TERHADAP CAMPURAN AC-WC UNTUK DAERAH PESISIR PANTAI (THE EFFECT OF RICE HUSK ASH FILLER ON AC-WC MIXTURES AT COASTAL AREAS)

Ida Farida^{1*)}, Santika Juniayanti¹⁾

¹⁾Institut Teknologi Garut, Garut, Indonesia

^{*)}idafarida@itg.ac.id

Diterima: 20 Agustus 2023; direvisi: 5 Juni 2024; disetujui: 24 Juni 2024.

ABSTRAK

Genangan air dapat menyebabkan kerusakan konstruksi perkerasan beraspal, terutama jalan di daerah pesisir pantai yang mengalami genangan air laut oleh air rob. Dengan demikian perlu inovasi pada campuran beraspal dengan mengoptimalkan bahan alam atau limbah abu sekam padi dalam campuran beraspal. Tujuan penelitian untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan dari penggunaan filler abu sekam padi dalam campuran laston AC-WC di daerah pesisir pantai. Metode penelitian menggunakan metode eksperimental. Tahap penelitian terdiri atas pengujian mutu bahan, penentuan kadar aspal optimum, serta perendaman dengan air laut selama 24 jam pada campuran filler dengan abu sekam padi menggunakan komposisi 6,5%, 7%, dan 7,5% dan dilakukan pengujian Marshall. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan nilai stabilitas dari aspal normal 1856,6 kg ke campuran abu sekam padi 1346,2 kg tetapi terjadi peningkatan nilai stabilitas sesuai dengan kenaikan persentase filler abu sekam padi. Abu sekam padi memiliki kandungan yang mampu menambah nilai stabilitas, kenaikan flow dari 2,02 mm aspal normal menjadi 2,7 mm untuk kadar abu sekam padi 7%. Namun terjadi penurunan apabila persentase abu sekam padi dinaikkan menjadi 7,5%. Semakin tingginya persentase filler dengan abu sekam padi akan mempengaruhi penurunan nilai flow. Nilai Marshall Quotient mengalami penurunan dari nilai aspal normal 946,17 kg/mm ke 543,64 kg/mm dan mengalami kenaikan pada persentase 7%-7,5% dengan nilai 1133,21 kg/mm. Bertambahnya jumlah filler abu sekam padi dapat meningkatkan nilai Marshall Quotient, namun nilai flow semakin menurun karena berat jenis abu sekam padi lebih tinggi dari agregat halus, sehingga aspal yang menyelimuti agregat menjadi menipis dan kelelahan menurun. Langkah selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan uji durabilitas terkait tingkat keawetan campuran Asphalt AC-WC dengan abu sekam padi. Pengaplikasian skala lapangan yang dapat meningkatkan nilai Marshall Quotient digunakan campuran filler abu sekam sebesar 7%-7,5%.

Kata Kunci: abu sekam padi, AC-WC, air laut, filler, Marshal.

ABSTRACT

Waterlogging can cause damage to paved pavement construction, especially roads in coastal areas that experience seawater inundation by tidal water. Thus, it is necessary to innovate the paved mixture by optimizing natural materials or rice husk ash waste in the asphalt mixture. The purpose of the study was to obtain the stability and fatigue value of the use of rice husk ash filler in the AC-WC mixture in coastal areas. The research method uses experimental methods. The research phase consisted of testing the quality of the material, determining KAO, and soaking with seawater for 24 hours on a filler mixture with rice husk ash using a composition of 6.5%, 7%, and 7.5%, and Marshall testing was carried out. The results showed a decrease in the stability value from typical asphalt of 1856.6 kg to a mixture of rice husk ash of 1346.2 kg. However, there was an increase in the stability value and the percentage of rice husk ash filler. Rice husk ash has a content that can add stability value, increasing flow from 2.02 mm of typical asphalt to 2.7 mm for rice husk ash content of 7%. However, there is a decrease if the percentage of rice husk ash is increased to 7.5%. The higher the percentage of filler with rice husk ash will affect the decrease in flow value. The Marshall Quotient value decreased from the normal asphalt value of 946.17 kg/mm to 543.64 kg/mm and increased by a percentage of 7%-7.5% with a value of 1133.21 kg/mm. The increase in the number of rice husk ash fillers further increases the Marshall Quotient value, but the flow value decreases because the specific gravity of rice husk ash is higher than that of fine aggregate, so that the asphalt covering the aggregate becomes thinner and fatigue decreases. The next step needs to be to conduct a durability test check related to the durability level of the AC-WC Asphalt mixture with rice husk ash. Field-scale applications that can increase the Marshall Quotient value are used a mixture of husk ash filler by 7%-7.5%.

Keywords: AC-WC, filler, Marshall, rice husk ash, sea water

PENDAHULUAN

Genangan air dapat menyebabkan kerusakan atau mengurangi keawetan konstruksi perkerasan beraspal. Beberapa ruas jalan di Indonesia, terutama yang berada di daerah pesisir pantai memiliki risiko terjadinya genangan oleh air laut, karena cuaca ekstrem yang mengakibatkan terjadi banjir pasang-surut atau air rob. Air rob adalah naiknya permukaan air laut yang menggenangi konstruksi jalan perkerasan aspal (Akbar 2017).

Air laut di Indonesia rata-rata memiliki 3,5% kandungan garam per 1 liter air laut (Sidiq dan Walujodjati 2021). Selain faktor air laut, faktor suhu juga berperan besar mempengaruhi perkerasan jalan beraspal panas. Rata-rata suhu permukaan air laut di Indonesia berkisar 26°C-30°C (Prabowo 2003). Hal tersebut memungkinkan jalan di daerah pesisir pantai mengalami kerusakan akibat genangan air laut yang disebabkan oleh air rob.

Campuran beraspal dapat dimodifikasi dengan menambahkan beberapa macam zat campuran mulai dari aditif bahan kimia, bahan alam dan sisa limbah. Dengan demikian perlu adanya inovasi baru dengan menggunakan alternatif lain yang mudah didapatkan dan murah.

Berdasarkan penelitian terdahulu, *filler* untuk campuran beraspal dapat menggunakan abu batu, semen, dan *fly ash* (Sakur dan Farida, 2019), tetapi hal tersebut memerlukan biaya yang relatif mahal. Abu sekam padi dapat dijadikan sebagai *filler* dalam campuran aspal (Witri dan Rahma 2022) sebagai salah satu upaya untuk mengurangi limbah (Rianto dan Hadi 2007). Abu sekam padi mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan*, yaitu silika (SiO₂).

Pada umumnya proses persiapan dan pembakaran abu sekam melibatkan pengolahan termal, penggilingan, dan penapisan sehingga menghasilkan partikel yang sesuai untuk aplikasi tertentu. Abu sekam biasanya lebih murah daripada *fly ash* karena abu sekam adalah limbah sisa pembakaran sekam padi. Umumnya, abu sekam dihasilkan dari pembakaran terbuka atau dalam tungku sederhana.

Teknologi yang digunakan untuk membuat abu sekam adalah membakar gabah padi dalam tungku yang terbuat dari batu bata

yang dirancang dengan rangkaian (Rang-Rang) agar memberikan konversi panas yang lebih baik. Dengan demikian pemanasan dan proses pembakaran abu sekam padi menjadi merata (Yusuf 2019). Abu sekam di persawahan lebih mudah diperoleh secara lokal.

Salah satu tanaman yang cocok ditanam di area pesisir pantai adalah tanaman padi, karena Indonesia memiliki iklim tropis yang mendukung pertumbuhan padi dengan suhu yang cukup tinggi. Selain itu, kemudahan akses air lebih banyak baik, dari laut maupun air tawar di sekitarnya. Jenis tanah lempung sebagai media tanam pun dapat menyimpan air dan unsur hara, turut mendukung pertumbuhan padi. Dengan demikian padi menjadi pilihan utama bagi petani di area tersebut. Untuk mengoptimalkan gabah sisa padi yang berlimpah, maka sisa gabah dapat dimanfaatkan dengan dibakar sampai menjadi abu, yang dapat dicampur dengan aspal.

Berdasarkan permasalahan kerusakan jalan yang berada di pesisir pantai di Indonesia dan beberapa inovasi pemanfaatan abu sekam padi dalam campuran beraspal, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan dari penggunaan *filler* abu sekam padi dalam campuran AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) di daerah pesisir pantai dengan merendamnya di air laut selama 24 jam. Kebaharuan penggunaan *filler* abu sekam padi adalah dengan cara perendaman selama 24 jam benda uji campuran beraspal menggunakan air laut.

HIPOTESIS

Hipotesis dari penelitian ini adalah *filler* abu sekam padi pada campuran beraspal AC-WC direndam di air laut selama 24 jam meningkatkan nilai stabilitas dan kelelehannya.

METODOLOGI

Eksperimen dilakukan di laboratorium pada bulan Oktober tahun 2022 untuk mendapatkan hasil berkaitan hubungan dengan variabel yang diteliti. Penelitian terdahulu, Ridwan, Faiz, dan Nadia (2017) melakukan eksperimen menghitung nilai stabilitas Marshall dan nilai flow pada campuran beraspal AC-WC dengan menambahkan abu sekam sebagai *filler* pada variasi campuran 6,5%, 7%,

dan 7,5%. Campuran menggunakan kadar aspal 5,4%. Campuran dengan abu sekam padi sebagai *filler* dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran beraspal sebesar 854,3 kg sampai kadar abu sekam 7% dan mengalami penurunan pada kadar 7,5% sebesar 812,19 kg (Ridwan, Faiz, dan Nadia 2017).

Dalam penelitian lain penggunaan abu sekam padi untuk pengujian Marshall dengan kadar Aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7% didapat kadar Aspal Optimum 7%, sehingga dicoba penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* pada kadar aspal yang digunakan 7% saat produksi di *Asphalt Mixing Plant/ AMP* (David 2019) (Muhaimin 2023). Mengacu pada penggunaan abu sekam sampai dengan 7%, maka dilakukan penambahan abu sekam pada 7,5% untuk menguji stabilitas campuran beraspal. Dengan demikian penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu inovasi pemanfaatan limbah abu sekam padi.

Pada campuran abu sekam padi sebagai *filler* dengan variasi 6,5%, 7%, dan 7,5% dalam campuran beraspal dilakukan untuk mengeksplorasi efek berbagai proporsi abu sekam terhadap sifat mekanis dan kinerja campuran aspal. Variasi proporsi *filler* adalah untuk mengidentifikasi proporsi yang memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan, stabilitas, dan fleksibilitas campuran aspal. Meskipun standar menetapkan penggunaan *filler* pada 3%, namun penambahan yang lebih tinggi (6,5%, 7%, dan 7,5%) dimaksudkan untuk mengetahui apakah peningkatan *filler* memberikan keuntungan tambahan dalam hal durabilitas dan performa mekanis.

Dalam memastikan campuran memiliki sifat yang sesuai untuk aplikasi jalan yang berbeda, maka dilakukan pengujian karakteristik campuran. Penambahan abu sekam dalam proporsi yang berbeda memberikan informasi variasi jumlah *filler* dalam mempengaruhi parameter stabilitas Marshall, kepadatan, dan void.

Variasi proporsi abu sekam sebagai *filler* memungkinkan penyesuaian yang lebih baik terhadap kondisi spesifik di lapangan, di antaranya beban lalu lintas, iklim, dan kondisi tanah. Penggunaan variasi 6,5%, 7%, dan 7,5% bertujuan untuk menemukan formulasi campuran aspal yang paling efektif dan efisien,

sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih tepat untuk aplikasi praktis yang meningkatkan performa jalan secara keseluruhan.

Jenis abu sekam dari penelitian terdahulu dan yang digunakan dalam penelitian merupakan abu sekam dengan jenis yang sama pada umumnya. Abu sekam merupakan hasil pembakaran gabah padi.

Kebaharuan penelitian adalah melakukan pengujian dengan perendaman benda uji campuran beraspal menggunakan air laut. Dengan demikian, dapat diketahui stabilitas dan kelelahan aspal *filler* abu sekam padi setelah dilakukan terhadap perendaman air laut dengan pengujian Marshall.

Metode pengumpulan data terdiri atas abu sekam padi dari dari Wanaraja Kabupaten Garut Jawa Barat. Air laut yang berasal dari Pantai Rancabuaya Garut Selatan. Aspal keras berasal dari PT. Pertamina Cilacap. Tahapan penelitian terdiri atas 4 tahap. Tahap pertama, persiapan alat berupa oven, timbangan, mikser, marshall testing apparatus, serta alat uji penetrasi aspal, viskositas, rheometer, saringan, mould. Tahap kedua, perancangan campuran beraspal yang meliputi pengujian dan penentuan komposisi campuran aspal ideal. Tahap ketiga, pengujian material penyusun agregat sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan (DJBM 2018 (Revisi 2)),

Tahap keempat pengujian material aspal meliputi pengujian penetrasi, pengujian titik lembek aspal, pengujian titik nyala, dan pengujian berat jenis aspal. Material agregat melalui pengujian berat jenis agregat, pengujian abrasi los angeles, pengujian berat isi, dan pengujian kadar air. Tahap kelima, *Job mix design* dan pembuatan benda uji dilakukan dengan variasi kadar aspal. Kadar aspal optimum dengan campuran *filler* abu sekam padi sebanyak 6,5%; 7%; dan 7,5% yang mengacu pada penelitian terdahulu (Ridwan, Faiz, dan Nadia 2017; dengan judul “Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai *Filler* pada Campuran Aspal Beton”). Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan alat *Marshall* untuk menentukan komposisi campuran aspal ideal atau yang memenuhi syarat antara stabilitas yang tinggi, fleksibilitas yang rendah, rongga pori yang kecil, dan rongga dalam campuran yang kecil.

Tahap pembuatan sampel, dengan melakukan pencampuran agregat, aspal, dan *filler* (abu sekam padi) dalam mesin pencampur sesuai proporsi desain. Selanjutnya membentuk sampel dimana campuran dibuat dalam cetakan Marshall dan padatkan menggunakan mesin pemadat Marshall.

HASIL DAN ANALISIS

Tahap Pertama Persiapan Alat

Alat oven untuk mengeringkan agregat dan memanaskan campuran aspal hingga mencapai suhu yang dibutuhkan sebelum proses pencampuran dan pengujian, timbangan untuk mengukur berat agregat, aspal, dan campuran dengan presisi tinggi, mixer untuk mencampur agregat dan aspal hingga merata, marshall testing apparatus untuk mengukur stabilitas (kN) dan *flow* (mm) dari sampel campuran aspal. Alat pengujian aspal dengan alat uji penetrasi aspal untuk mengukur kekerasan aspal dengan menentukan kedalaman penetrasi jarum ke dalam sampel aspal di bawah kondisi suhu dan beban tertentu, viskositas untuk mengukur ketahanan aliran aspal pada berbagai suhu, rheometer untuk menilai kinerja aspal di bawah kondisi stres dan strain yang berbeda, saringan untuk menyaring dan memisahkan agregat berdasarkan ukuran partikel, dan mould untuk membentuk sampel campuran aspal yang akan diuji.

Tahap kedua Perancangan Campuran Aspal

Penentuan kadar optimum aspal (KAO) yang diinginkan menggunakan persamaan KAO. Desain campuran rancangan melakukan rancangan dan pemadatan Marshall sampai membal (*refusal*). Perkiraan kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari Persamaan 1.

$$Pb = 0,0035 (\% CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% FF) + K \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Pb = kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran.

CA = agregat kasar tertahan saringan nomor 8 (2,36 mm).

FA = agregat halus lolos saringan nomor 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan nomor 200 (0,075 mm).

FF = agregat halus minimal 75% lolos saringan nomor 200 (0,075 mm).

K = nilai konstanta sekitar 0,5-1,0 untuk (AC) dan 2,0-3,0 untuk (HRS).

Tahap ketiga, pengujian material agregat

Agregat halus dan kasar untuk campuran bersumber dari *quarry* Leles Kabupaten Garut.

1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Hasil pengujian karakteristik agregat kasar, diperoleh: nilai analisis saringan 1,8%; BJ bulk 2,33; Bj SSD 2,36; Bj apparent 2,39; gembur 1,459 kg/Lt; padat 1,469 kg/Lt; kadar air 1,42%; dan abrasi 32,70%. Dengan, agregat kasar yang digunakan telah memenuhi standar SNI untuk dijadikan bahan campuran aspal. Pengujian karakteristik agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Analisa Saringan	1,18%
2.	Berat jenis:	
	Bj Curah (bulk)	2,33
	Bj SSD	2,36
	Bj Apparent	2,39
3.	Berat isi:	
	Gembur	1,459 Kg/Lt
	Padat	1,463 Kg/Lt
4.	Kadar Air	1,42%
5.	Abrasi	32,70%

2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian karakteristik agregat halus dengan nilai analisis saringan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Karakteristik Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Analisis Saringan	5,14%
2.	Berat jenis:	
	Bj Curah (bulk)	2,45
	Bj SSD	2,5
	Bj Apparent	2,58
3.	Berat Isi:	
	Gembur	1,459 Kg/Lt
	Padat	1,455 Kg/Lt
4.	Kadar Air	9,65%

Dengan demikian agregat halus yang digunakan dinyatakan telah memenuhi standar SNI untuk dijadikan bahan campuran aspal.

Tahap keempat, pengujian material aspal

Dalam penelitian ini, digunakan jenis aspal keras penetrasi 60-70. Nilai karakteristik aspal untuk pengujian penetrasi 61 mm, (60-70) titik nyala 285°C (>232°C), titik leleh 51°C (>48°C), dan berat jenis aspal 1,066 kg/m³ (>1,0). Dengan demikian bahan baku aspal

yang digunakan telah memenuhi syarat sebagai bahan pengikat perkerasan lentur menurut SNI 8135:2015 seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian Aspal Keras	Standar	Satuan	Hasil Uji	Ketentuan
1.	Pengujian Penetrasi	SNI 2456 - 2011	0,1 mm	61	Min 60 mm
2.	Pengujian Titik Nyala	SNI 2433 - 2011	°C	285	Min 232 °C
3.	Pengujian Titik Lembek	SNI 2434 - 2011	°C	51	Min 48 °C
4.	Berat Jenis Aspal	SNI 2441 - 2011	Kg/m ²	1,066	Min 1,0 Kg/m ²

Job Mix Design Campuran Aspal

Penelitian dilakukan pada 9 benda uji dengan dibuat 3 benda uji dengan 3 variasi persentase penggunaan abu batu dengan abu sekam padi pada 6,5%, 7%, dan 7,5%. Pembuatan 3 benda uji dianggap cukup, sesuai dengan salah satu standar (SNI) 03-2847-2002 bahwa benda uji minimal 3 benda uji. Untuk keperluan umum, 3 benda uji dianggap sudah mencukupi. Pada penelitian ini digunakan 3 contoh benda uji yang bervariasi sudah memadai.

Kekuatan campuran beraspal harus dijaga dengan suhu tertentu pada saat pencampuran bahan dan pemadatan. Suhu berpengaruh terhadap nilai dari karakteristik *Marshall job mix* formula campuran beraspal berdasarkan variasi kadar aspal yang menggunakan kadar aspal optimum rencana /Pb (Pamungkas 2017).

Hasil kadar aspal untuk konstanta campuran beraspal AC-WC terdapat dan direntang 0,5-1,0. Dalam penelitian ini nilai konstanta yang digunakan adalah 0,75. Hasil perhitungan kadar aspal adalah kadar aspal optimum rencana sebesar 6% untuk semua sampel benda uji yang dibuat dengan berat rencana 1200 gr. *Job mix* campuran aspal mengacu pada Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum 2007, seperti pada Tabel 4, sehingga gradasi rencana berupa target distribusi ukuran partikel dalam campuran aspal dalam bentuk persentase kumulatif berat yang lolos dari saringan masing-masing, dengan berat per saringan data dalam bentuk berat aktual (gram) yang tertahan pada setiap saringan. Hasil pengukuran berat per saringan dikonversi menjadi persentase kumulatif yang tertahan atau lolos saringan, yang kemudian dibandingkan dengan gradasi rencana.

Tabel 4. Job Mix Design Campuran Aspal

Saringan		Gradasi Rencana (%)		Berat per saringan (gram) 3 sampel/ masing-masing variasi			Total Kebutuhan Untuk 9 Sampel
ASTM	(mm)	Lolos	Tertahan	Aspal 6%	Abu sekam Padi 6,5%	Abu sekam Padi 7%	
¾"	19,0	100,0	0	0	0	0	0
½"	12,5	95,0	5,0	56,4	169,2	169,2	169,2
3/8"	9,5	83,5	11,5	129,7	389,2	389,2	389,2
No.4	4,75	61,0	22,5	253,8	761,4	761,4	761,4
No.8	2,36	43,0	18,0	203,0	609,2	609,1	609,1
No.16	1,18	30,5	12,5	141,0	423	423	423
No.30	0,600	22,0	8,5	95,8	287,6	287,6	287,6
No.50	0,300	15,5	6,5	73,3	219,9	219,9	219,9
No.100	0,150	10,5	5,0	56,4	169,2	169,2	169,2
No.200	0,075	8,0	2,5	28,2	84,6	84,6	84,6
Pan		0,0	8,0	90,2	270,7	71,3	69,9
Abu sekam padi			0,00	0	17,6	18,9	20,3
	Berat Aspal			72	216	648	648
	Berat Agregat			1128	3384	3384	3384
	Berat Rencana			1200	3600	3600	3600

Tahap Pembuatan Sampel

Abu sekam yang diperoleh berasal dari limbah hasil pembakaran batu bata. Proses batu bata yang sudah dicetak kemudian dibakar menggunakan sekam padi yang sudah kering, proses pembakaran dilakukan kurang lebih 3 hingga 5 hari pembakaran sampai mendapatkan abu sekam padi.

Komposisi campuran dengan kadar aspal optimum, dibuat 9 sampel yang disesuaikan dengan masing-masing persentase abu sekam padi untuk pengujian perendaman menggunakan air laut. Sampel direndam dengan menggunakan air laut selama 24 jam, selanjutnya dilakukan perendaman selama 30 menit di waterbath dengan suhu 60°C dan dilakukan pengujian dengan Marshall test untuk mendapatkan nilai kelelahan, stabilitas, marshall quotient, Voids in Mix/ VIM, Void in Mineral Aggregate/ VMA, dan Void Filled Bitumen/ VFB (Kiki. 2015).

1. Hasil Pengujian Berat Jenis Abu Sekam Padi

Sekam padi mengandung unsur silika SiO₂ sebesar 96,70% dengan *Pozzolan Activity Index* 87% dengan sifat sementasi jika bercampur dengan kapur padat dan air. Kandungan yang terdapat pada sekam padi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Sekam Padi

No	Unsur	Kandungan (%)
1.	CaO	0,49
2.	K ₂ O	0,91
3.	MgO	0,22
4.	Na ₂ O	0,26
5.	TiO ₂	0,16
6.	Al ₂ O ₃	1,01
7.	P ₂ O ₅	0,01
8.	SiO ₂	96,70
9.	Fe ₂ O ₃	0,05
10.	MnO	0,19

Sumber: Ceramic Materials.com, 2004

Pengujian berat jenis dari abu sekam padi dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Abu Sekam Padi

Pengukuran	Data
Berat piknometer + Tutup (gr)	A 2629
Berat piknometer + Tutup + Air (gr)	B 5010
Berat piknometer + Tutup + Abu Sekam Padi (gr)	C 2842
Berat piknometer + Tutup + Abu Sekam Padi + Air (gr)	D 5122
Berat Jenis (gram/ml)	$\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$ 2,109

Dengan dihasilkannya berat jenis abu sekam padi sebesar 2,109 maka berdasarkan SNI 8135 tahun 2015 bahan baku abu sekam padi yang digunakan telah memenuhi syarat sebagai bahan campuran aspal.

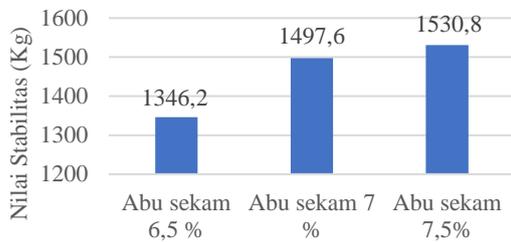
2. Hasil dan Pengujian Air Laut

Penanganan air laut dalam keadaan tertutup untuk mencegah penguapan yang dapat meningkatkan kadar garam. Hasil pengujian pH air laut yang digunakan untuk perendaman mempunyai pH 5 seperti pada Gambar 1 dan cenderung dikategorikan asam.



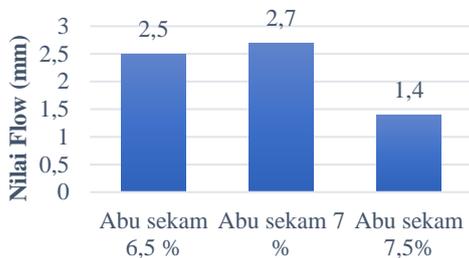
Gambar 1. Hasil PH Air Laut

3. Hasil Nilai Stabilitas Marshall



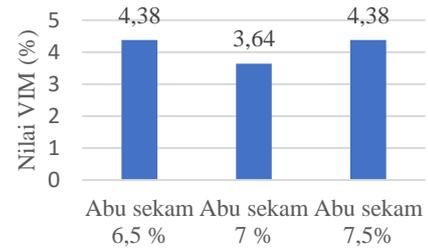
Gambar 2. Perbandingan Nilai Stabilitas Marshall

4. Hasil Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Nilai Kelelahan



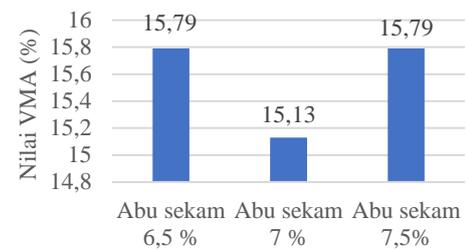
Gambar 3. Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Nilai Kelelahan (*flow*)

5. Hasil Nilai Voids In Mix (VIM)



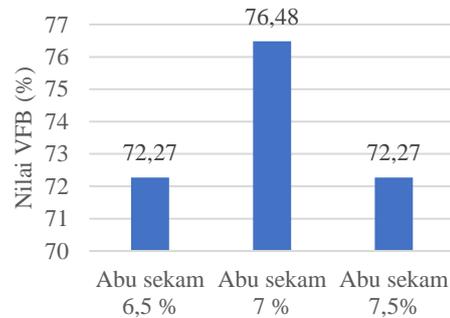
Gambar 4. Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Nilai VIM

6. Hasil Nilai Void in Mineral Aggregate (VMA)



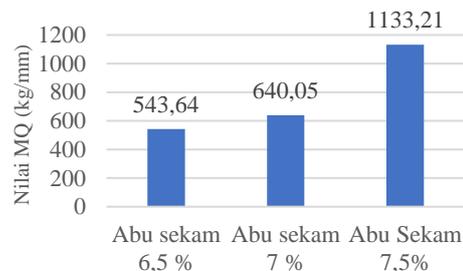
Gambar 5. Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Nilai VMA

7. Hasil Nilai Void Filled Bitumen (VFB)



Gambar 6. Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Nilai VFB

8. Hasil Nilai Marshall Quotient



Gambar 7. Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Marshall Quotient

PEMBAHASAN

Nilai minimum stabilitas Marshall adalah 800 kg. Pada penelitian sebelumnya nilai stabilitas yang didapatkan pada campuran *filler* abu sekam padi pada variasi 6,5% sebesar 814,27 kg, variasi 7% sebesar 861,09 kg, dan terjadi penurunan nilai stabilitas pada penambahan kadar abu sekam 7,5% sebesar 827,55 kg untuk aspal beton (Ridwan, Faiz, dan Nadi 2017). Dari hasil penelitian didapatkan nilai stabilitas untuk *filler* abu sekam 6,5% sebesar 1346,2 kg, sedangkan 7% sebesar 1497,6 kg, dan pada 7,5% campuran aspal dengan penambahan abu sekam mengalami peningkatan sebesar 1530,8 kg.

Nilai stabilitas menggunakan *filler* abu sekam padi dengan perendaman air laut telah memenuhi syarat yang telah ditetapkan, semakin bertambahnya persentase abu sekam padi nilai stabilitas semakin meningkat. Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh silika (SiO_2) dari abu sekam padi yang bersifat *pozzolan*. Untuk memastikan kualitas dan keamanannya terjamin, sebelum digunakan dilakukan pengendalian dan kontrol kualitas dan mutu abu sekam sehingga pembakaran bahan harus diproses dengan hati-hati dapat melalui metode teknik pembakaran terkontrol di dalam tungku khusus yang menghasilkan abu sekam berkualitas tinggi, atau dengan sistem filtrasi dan pemurnian canggih yang dapat menghilangkan kotoran, menghasilkan produk akhir yang murni serta halus (Kumar, dkk. 2013).

Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar, stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga akan mudah terjadi retak-retak pada waktu menerima beban. Sebaliknya jika nilai stabilitas rendah maka akan mudah mengalami rutting akibat beban lalu lintas atau perubahan subgrade. Abu sekam padi memiliki kualitas yang baik mengandung silika (SiO_2) tinggi sekitar 87-96% yang membuatnya berpori, ringan, dan memiliki luas permukaan eksternal yang sangat besar (Hamdi dkk. 2022). Kualitas yang baik dapat meningkatkan daya tahan lapis perkerasan aspal terhadap kerusakan (Mukhtari 2018). Nilai stabilitas Marshall dapat dilihat pada Gambar 2.

Merujuk pada penelitian terdahulu didapatkan nilai flow 6,5% sebesar 2,04 mm, 7% sebesar 2,06 mm, dan tertinggi pada campuran aspal dengan penambahan abu sekam 7,5%, yaitu 2,12 mm (Ridwan, Faiz, dan Nadia 2017). Dari hasil penelitian untuk sampel dengan kadar *filler* 6,5% abu sekam padi yang telah direndam air laut didapatkan nilai flow sebesar 2,5 mm, komposisi kadar *filler* 7% yaitu 2,7 mm. Dengan demikian, terjadinya peningkatan nilai *flow* sebanding dengan kenaikan kadar abu sekam padi. Namun pada kenaikan yang lebih tinggi dari 7,5% *filler* abu sekam padi ternyata mengalami penurunan dengan nilai 1,4 mm. Dengan demikian batas pengganti *filler* dengan abu sekam padi terdapat pada 7%. Semakin banyak ditambahkan persentase abu sekam padi dengan perendaman air laut, nilai *flow* akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena diperkirakan abu sekam padi memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga aspal yang menyelimuti agregat menjadi menipis dan kelelahan menurun.

Pengaruh abu sekam padi terhadap nilai kelelahan (*flow*) dapat dilihat pada Gambar 3. Secara keseluruhan semua kadar aspal abu sekam padi telah memenuhi persyaratan nilai kelelahan yang ditetapkan minimal 2 mm dan maksimal 4 mm.

Pengaruh abu sekam padi terhadap Nilai rongga dalam campuran (VIM) didapatkan nilai tertinggi 4,38% dan terendah 3,40% sesuai standar spesifikasi syarat maksimal dan minimal (Departemen Pekerjaan Umum, 2007). Nilai VIM masing-masing komposisi dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai VIM memiliki batas minimum 3% dan maksimum 5% yang dihasilkan berdasarkan data tinggi, berat kering, berat jenuh, dan berat benda uji dalam air.

Kadar aspal campuran abu sekam padi untuk nilai VIM terlihat bahwa tidak semua benda uji memiliki nilai yang sama, tetapi masih dalam batas syarat standar. Nilai VIM campuran *filler* abu sekam padi 6,5% sebesar 4,38% dan terjadi penurunan pada komposisi 7,5% sebesar 3,40% semakin banyak ditambahkan persentase abu sekam padi sebagai *filler* tersebut dapat mengurangi nilai VIM. Hal ini terjadi karena *filler* abu sekam padi yang berfungsi untuk mengisi rongga dalam campuran aspal mengalami penurunan rongga campuran yang diakibatkan rongga antar butiran kecil.

Nilai VMA mengalami penurunan pada komposisi filler abu sekam padi sebesar 7% dengan nilai 15,13%. Hal ini terjadi karena abu sekam padi pada campuran agregat lebih mudah bergerak sehingga campuran lebih rapat dan menghasilkan film aspal yang tipis. Kemudian, pada komposisi filler 7,5% mengalami peningkatan dengan nilai 15,79%. Pengaruh abu sekam padi terhadap Nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai VFB mengalami penurunan pada campuran filler abu sekam padi 6,5% dan 7,5%. Hal ini merupakan dampak dari suhu saat campuran aspal dipadatkan. Campuran abu sekam padi 7% mengalami peningkatan nilai VFB sebesar 76,49% karena rongga udara pada campuran aspal terisi. Pengaruh abu sekam padi terhadap nilai VFB dapat dilihat pada Gambar 6.

Nilai MQ merupakan hasil bagi antara nilai stabilitas dengan nilai kelelahan campuran dimana nilai ini merupakan indikator kekakuan dari campuran aspal. Berdasarkan Gambar 6 dapat terlihat bahwa nilai MQ mengalami penurunan dan titik optimal pada kadar aspal 7,5%. Secara keseluruhan, nilai MQ telah memenuhi spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum yang menetapkan persyaratan minimal sebesar 300 kg/mm.

Kajian pada penelitian ini merupakan kajian dengan skala laboratorium dan sampel yang terbatas, guna memberikan wawasan awal dan sebagai bahan untuk generalisasi hasil dan aplikasi praktis. Penelitian ini dapat menjadi bagian dari proses pengujian yang digunakan sebagai tahap awal penelitian untuk pengembangan. Penelitian selanjutnya diperlukan penambahan benda uji pada campuran aspal (AC-WC) dengan abu sekam padi dengan berbagai variasi guna mendapatkan hasil yang lebih akurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap jenis aspal pen 60/70 dengan filler campuran abu sekam padi yang direndam dengan air laut, maka disimpulkan bahwa perendaman air laut selama 24 jam menunjukkan pengaruh terhadap campuran beraspal AC-WC dengan variasi filler abu

sekam padi. Nilai stabilitas pada sampel variasi abu sekam padi 7,5% sebesar 1530,8 kg.

Dengan bertambahnya persentase abu sekam padi maka nilai stabilitas mengalami kenaikan. Hal ini pengaruh dari abu sekam padi yang mengandung silika (SiO_2) membuat rongga di dalam aspal semakin kecil dan campuran semakin padat. Untuk pengujian flow pada sampel dengan perendaman air laut pada komposisi filler abu sekam padi 6,5% didapatkan nilai 2,5% kemudian mengalami peningkatan pada komposisi filler 7% yaitu 2,7%, tetapi mengalami penurunan pada komposisi filler 7,5% dengan nilai 1,4%.

Semakin banyak tambahan abu sekam padi dengan perendaman air laut maka nilai flow akan semakin menurun sebagai dampak bahwa abu sekam padi yang memiliki berat jenis lebih tinggi dibandingkan agregat halus mengakibatkan aspal yang menyelimuti agregat menipis dan kelelahan menjadi menurun.

Saran

Untuk mengetahui tingkat keawetan campuran laston (AC-WC) dengan menggunakan abu sekam padi, ada baiknya dilakukan pemeriksaan uji durabilitas untuk penelitian selanjutnya. Pengaplikasian skala lapangan penambahan filler abu sekam 7%-7,5% dapat meningkatkan nilai Marshall Quotient.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Garut dan semua rekan-rekan atas dukungan dan yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini. Dengan penelitian ini semoga memberikan manfaat baik di pemerintahan maupun ilmu teknik sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, T. 2017. Nelayan, Lingkungan, Dan Perubahan Iklim (Studi Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Pesisir di Kabupaten Malang). Wahana, 68(1), 27-38.
- David, T. 2019. Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Filler pada Campuran Aspal (AC-WC). Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Palembang.

- Direktorat Jenderal Bina Marga (DJBM), 2018. "Spesifikasi Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan 2018 (Revisi 2)" Jakarta.
- Hamdi, F., Lapian, F. E. P., Tumpu, M., Mabui, D. S. S., Raidyarto, A., Sila, A. A., & Rangan, P. R. 2022. Teknologi Beton. Tohar Media.
- Kumar, S., Sangwan, P., Dhankhar, R. M. V., dan Bidra, S. 2013. Utilization of rice husk and their ash: A review. *Res. J. Chem. Env. Sci*, 1(5), 126-129.
- Muhaimin, A. 2023. Limbah, Pemanfaatan, Abu Sekam, Padi Rice, AC-WC terhadap Karakteristik Marshall, 2023
- Mukhtari, A. K. A. 2018. Karakteristik Campuran Beton Aspal AC-WC Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Sekam Padi Dan Fly Ash Dengan Uji Marshall dan Uji Wheel Tracking (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Pamungkas, T. G. 2017. Karakteristik campuran panas Asphalt concrete wearing course (AC-WC) menggunakan semarbut tipe 4 sebagai binder.
- Prabowo, Agung Hari. 2003. Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi, *Pilar*, 12.2 (2003), 89–98
- Rianto, dan Hadi. Ridwan. 2007. Pengaruh Abu Sekam Sebagai Bahan Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR), Tesis: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Ridwan, Faiz. Syam, dan Nadia. 2017. "Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam sebagai Filler pada Campuran Aspal Beton." *Jurnal Konstruksi* 8(2): 1–8.
- Sakur, Y.D dan Farida I. 2019. "Analisis Penggunaan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler pada Campuran Laston Lapis Aus (AC WC)." *Jurnal Konstruksi* 17(1): 18–2
- Sidiq, Fajar Abdul dan Walujodjati. Eko. 2021. "Meninjau Kekuatan Beton pada Lingkungan Air Laut Pameungpeuk Kabupaten Garut." *Jurnal Konstruksi* 19(1): 43–51.
- Witri, Rahma. Putri. 2022. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Filler pada Campuran Aspal Beton AC-WC, Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 1.1, 1–2 <https://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTSP/article/view/20631>
- Yusuf, A. R. 2019. Teknologi Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi menjadi Paving Block. *Jurnal Dedikasi*, 21(2), 139-143).