

Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Pengisi pada Campuran *Hot Rolled Asphalt* terhadap Sifat Uji Marshall

(Effect of Using Rice Husk Ash as Filler Materials in Hot Rolled Asphalt on Marshall Properties)

SRI ATMAJA P. ROSYIDI, ERI FACHRIANI, AGUS PURWANTO

ABSTRACT

Rice Husk Ash (RHA) has fairly high content of SiO_2 and easily obtainable. It is inexpensive since it is the residual waste of the tile or brick combustion process that is not utilized properly. RHA has the potential to be used as filler in Hot Rolled Asphalt (HRA) since it has high flexibility mixture design. The influential characteristic of RHA is that it has fine aggregate fraction. This study aims to discover the physical properties of RHA, the characteristic of the Marshall test properties, the optimum bitumen content, and the economical comparison between the RHA-mixed HRA and the conventional one using stone dust filler. The results of this study indicate that the use of the RHA is able to increase the optimum bitumen content. In terms of economical comparison, the use of RHA as filler material is much more economical than using stone dust as filler.

Keywords: Rice Husk Ash, Marshall Test, HRA, filler materials

PENDAHULUAN

Lapis perkerasan *Hot Rolled Asphalt* (HRA) didesain untuk kelenturan yang tinggi, karena campuran tersebut bergradasi senjang dengan kadar aspal lebih tinggi. Salah satu kunci kekuatan campuran perkerasan HRA terletak pada jumlah fraksi agregat halusnya.

Pada kenyataannya, penyediaan bahan pengisi yang memenuhi persyaratan campuran HRA sering menjadi masalah, karena dibutuhkan biaya yang sangat besar. Oleh karena itu penggunaan bahan pengisi alternatif seperti abu sekam padi untuk campuran HRA bisa menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan bahan perkerasan. Abu sekam padi selain murah (ekonomis), memiliki kandungan SiO_2 yang cukup tinggi dan mudah didapat, juga merupakan limbah dari sisa proses pembakaran genteng atau bata yang tidak termanfaatkan dengan baik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran HRA.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi alat uji aspal, alat uji agregat dan alat uji *Marshall*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal produksi Pertamina penetrasi 60/70, agregat berupa batu pecah dengan diameter tertentu. Sebagai bahan pengisi berupa abu batu yang berasal dari daerah Banguntapan, Bantul, Yogyakarta dan abu sekam padi (ASP) dari hasil pembakaran sekam padi berupa butiran yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm). Bahan ASP didapat dari tempat pembuatan batu bata di daerah Piyungan, Bantul, Yogyakarta.

Desain Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh dan perbandingan abu batu dan abu sekam padi sebagai bahan pengisi maka penggunaan dua macam bahan pengisi tersebut divariasikan. Variasi penggunaan bahan pengisi adalah 100% abu batu, 50% abu batu – 50% abu sekam padi dan 100% abu sekam padi. Campuran gradasi

untuk beberapa bahan pengisi dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

Pembuatan campuran tidak menggunakan perbandingan berat, namun menggunakan perbandingan volume. Untuk kondisi dimana berat jenis bahan pengisi yang digunakan berbeda banyak, maka gradasi harus ditentukan berdasarkan perbandingan volume. Bahan yang memiliki berat jenis yang lebih

kecil, secara volumetrik akan lebih banyak dibutuhkan dalam campuran, sehingga hal ini berpengaruh terhadap besarnya kadar aspal yang digunakan. Selain itu dengan menggunakan perbandingan volume akan menghasilkan campuran yang lebih baik.

Jumlah benda uji yang diperlukan ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 1. Gradasi campuran dengan bahan pengisi 100% abu batu

Ukuran Ayakan BS (mm)	Persentase Lolos	Persentase (%)		Berat Tertahan (g)
		Gradasi Rencana	Tertahan	
20	100	100	0	0
14	85-100	93	7	84
10	62-92	72	21	252
6,3	-	-	-	-
2,36	61-75	64	8	96
0,6	25-45	35	29	348
0,212	15-31	25	10	120
0,075	8-12	10	15	180
Pan			10	120
Jumlah Total			100	1200

TABEL 2. Gradasi campuran dengan bahan pengisi 50% abu batu-50% abu sekam padi

Ukuran Ayakan BS (mm)	Persentase Lolos	Persentase (%)		Berat Tertahan (g)
		Gradasi Rencana	Tertahan	
20	100	100	0	0
14	85-100	93	7	84
10	62-92	72	21	252
6,3	-	-	-	-
2,36	61-75	64	8	96
0,6	25-45	35	29	348
0,212	15-31	25	10	120
0,075	8-12	10	15	180
Pan			10	94,7
Jumlah Total			100	1174,7

TABEL 3. Gradasi campuran dengan bahan pengisi 100% abu sekam padi

Ukuran Ayakan BS (mm)	Persentase Lolos	Persentase (%)		Berat Tertahan (g)
		Gradasi Rencana	Tertahan	
20	100	100	0	0
14	85-100	93	7	84
10	62-92	72	21	252
6,3	-	-	-	-
2,36	61-75	64	8	96
0,6	25-45	35	29	348
0,212	15-31	25	10	120
0,075	8-12	10	15	180
Pan			10	42,28
Jumlah Total				1122,28

TABEL 4. Jumlah benda uji yang diperlukan

Jenis Variasi Bahan Pengisi	Variasi kadar Aspal (%)			Sub total
	5	6	7	
100 % Abu Batu	1D	1D	1D	3D
	2D	2D	2D	6D
	1W	1W	1W	3W
	2W	2W	2W	6W
50% Abu Sekam Padi + 50% Abu Batu	1D	1D	1D	3D
	2D	2D	2D	6D
	1W	1W	1W	3W
	2W	2W	2W	6W
100 % Abu Sekam Padi	1D	1D	1D	3D
	2D	2D	2D	6D
	1W	1W	1W	3W
	2W	2W	2W	6W
Jumlah	36			

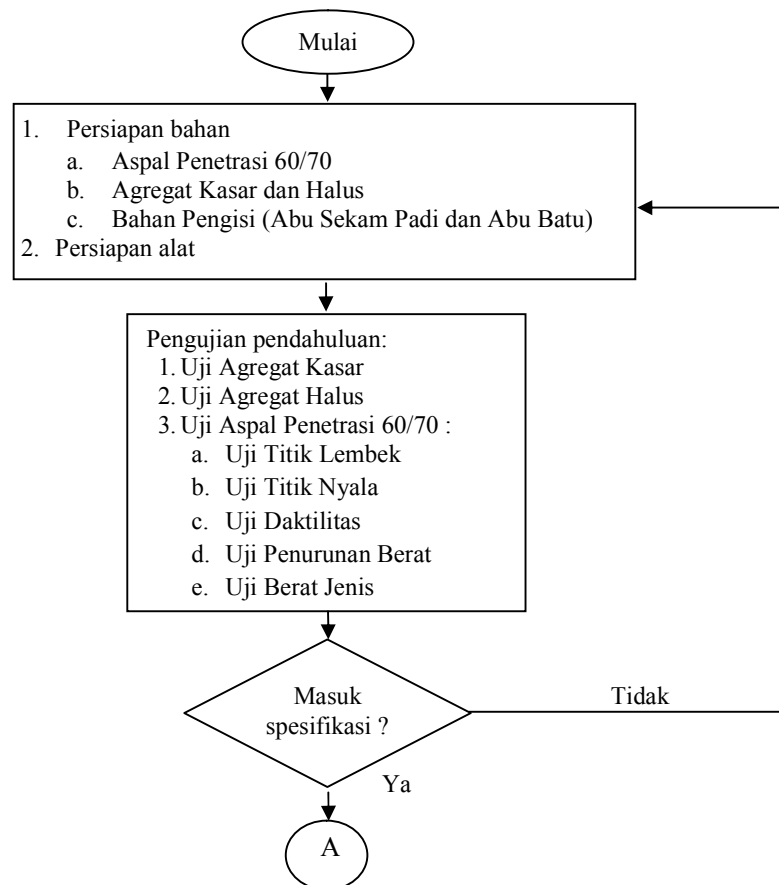
Keterangan : D = Dry (Kondisi kering), W = Wet (Kondisi basah)

Tahapan Penelitian

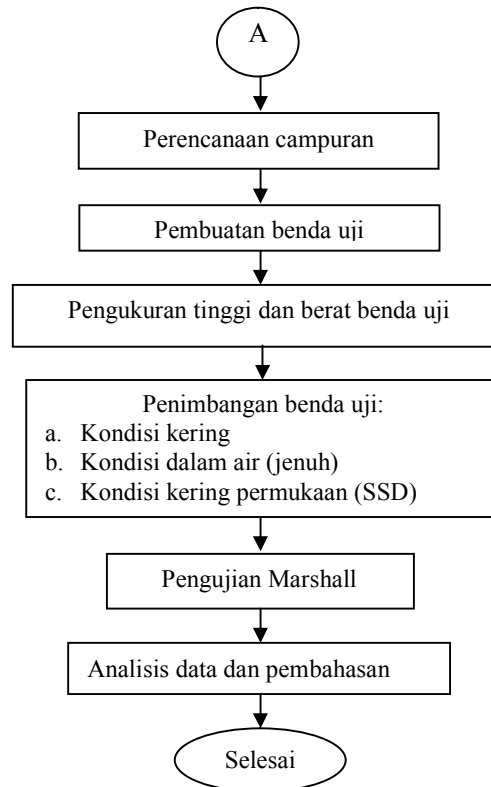
Tahapan penelitian disajikan dalam bagan alir untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya. Adapun bagan alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal ditunjukkan dalam Tabel 5 sampai Tabel 7.



GAMBAR 1. Tahapan penelitian



GAMBAR 1. Tahapan penelitian (Lanjutan)

TABEL 5. Hasil pengujian sifat-sifat fisik agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,622	2,5	-	SNI 03-1969-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,79	2,5	-	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,683	2,5	-	SNI 03-1969-1990
4	Penyerapan	%	2,34		3	SNI 03-1969-1990
5	Pengujian Abrasi	%	23,56	-	40	SNI 03-2417-1991
II. Agregat Halus						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,56	2,5	-	SNI 03-1979-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,739	2,5	-	SNI 03-1979-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,625	2,5	-	SNI 03-1979-1990
4	Penyerapan	%	2,60	-	3	SNI 03-1979-1990

TABEL 6. Hasil pengujian sifat-sifat fisik abu batu dan abu sekam padi

No.	Jenis Pemeriksaan	Unit	Min	Maks	Syarat	Hasil
1	Berat jenis abu batu	g/cm ³	-	8	SNI 15-2531-1992	2,688
2	Berat jenis abu sekam	g/cm ³	-	8	SNI 15-2531-1992	0,947

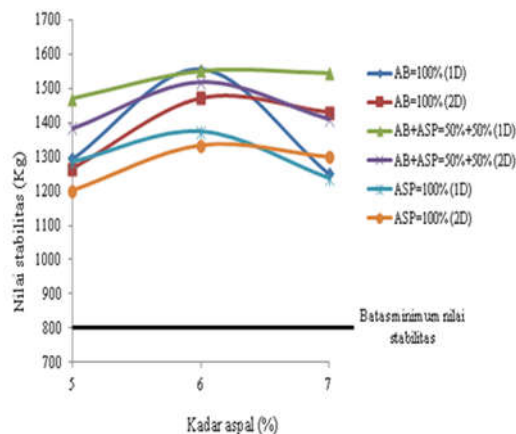
TABEL 7. Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil rata-rata	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
1	Penetrasi (25°, 5 dt, 100 g)	0,1 mm	61,2	60	79	SNI 06-2456-1991
2	Titik lembek	°C	54,15	48	58	SNI 06-2434-1991
3	Titik nyala	°C	202	200	-	SNI 06-2433-1991
4	Daktilitas	Cm	124,2	100	-	SNI 06-2432-1991
5	Berat jenis	g/cm ³	1,072	1	-	SNI 06-2441-1991
6	Kehilangan berat	% berat	0,707	-	0,8	SNI 06-2440-1991
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	% berat semula	93,79	54	-	SNI 06-2456-1991

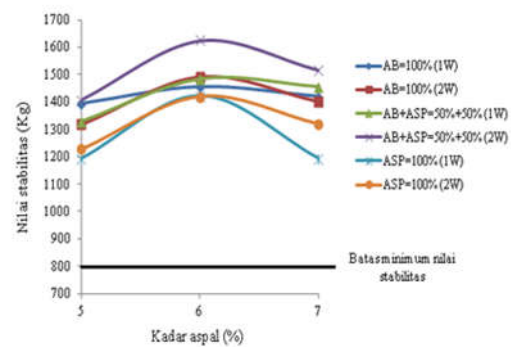
Hasil Uji Marshall

1. Stabilitas

Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas. Adapun nilai stabilitas dari hasil penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



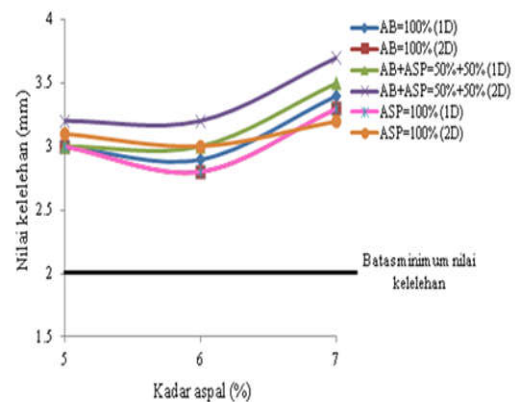
GAMBAR 2. Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas (sampel 1D dan 2D)



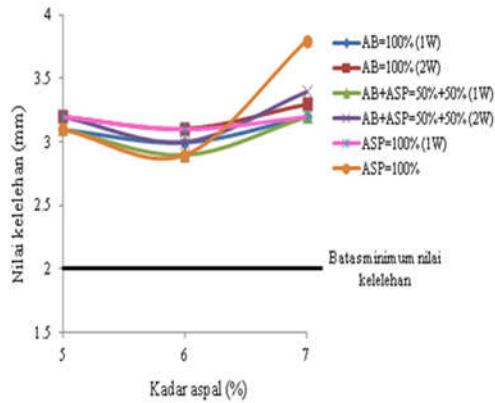
GAMBAR 3. Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas (sampel 1W dan 2W)

2. Kelelahan

Kelelahan menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan, seperti terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



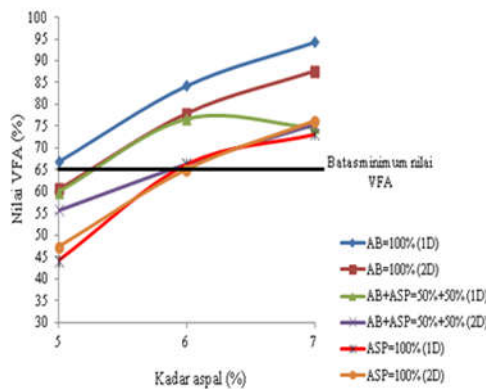
GAMBAR 4. Hubungan antara kadar aspal dengan kelelahan (sampel 1D dan 2D)



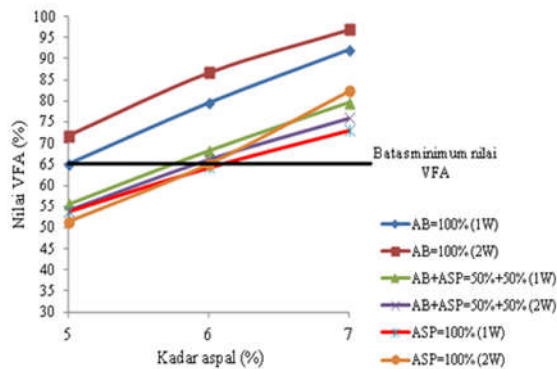
GAMBAR 5. Hubungan antara kadar aspal dengan kelelahan (sampel 1W dan 2W)

3. Void Filled with Asphalt (VFA)

Rongga dalam campuran terjadi akibat adanya ruang sisa antar butiran penyusun campuran. Rongga ini dalam kondisi kering akan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Hasil nilai VFA dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



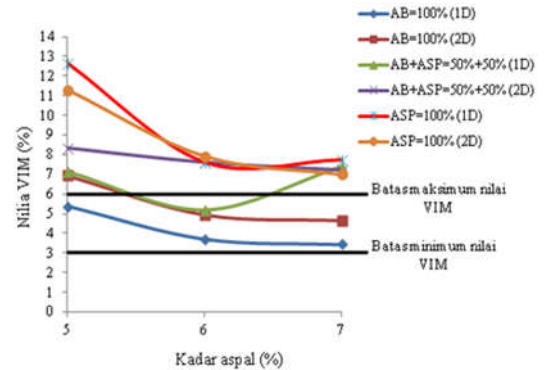
GAMBAR 6. Hubungan antara kadar aspal dengan VFA (sampel 1D dan 2D)



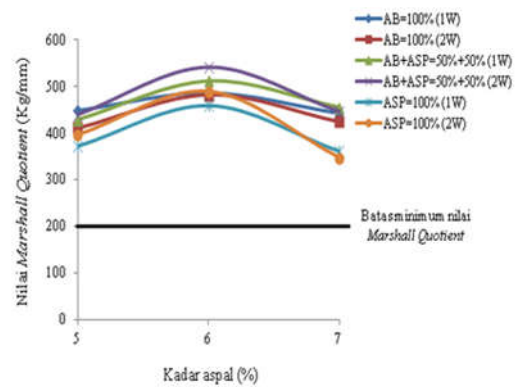
GAMBAR 7. Hubungan antara kadar aspal dengan VFA (sampel 1W dan 2W)

4. Void in Mix (VIM)

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal. Hasil nilai VIM ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



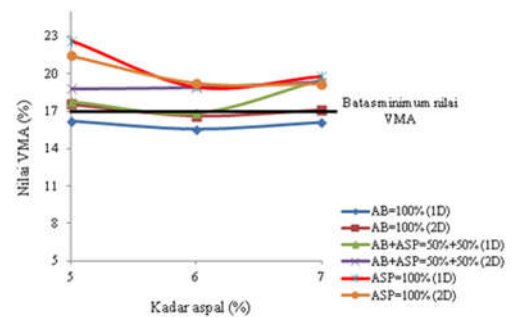
GAMBAR 8. Hubungan antara kadar aspal dengan VIM (sampel 1D dan 2D)



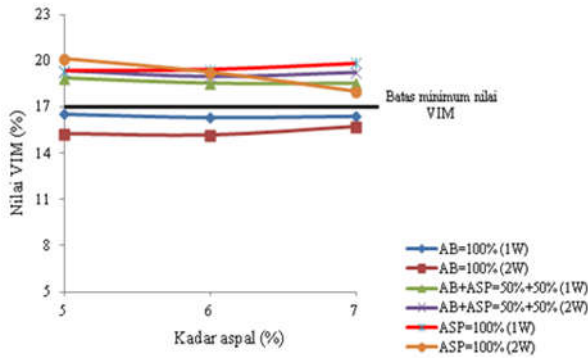
GAMBAR 9. Hubungan antara kadar aspal dengan MQ (sampel 1W dan 2W)

5. Void in Mineral Asphalt (VMA)

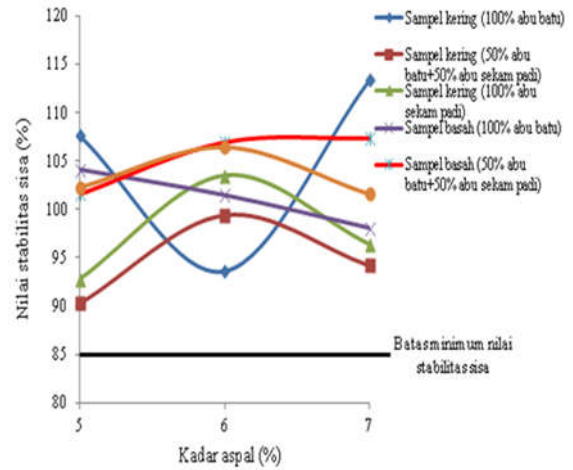
VMA menunjukkan banyaknya % aspal dari rongga yang terisi aspal. Nilai hasil pengujian VMA ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



GAMBAR 10. Hubungan antara kadar aspal dengan VMA (sampel 1D dan 2D)



GAMBAR 11. Hubungan antara kadar aspal dengan VMA (sampel 1W dan 2W)



GAMBAR 12. Perbandingan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas sisa

6. Indeks Stabilitas Sisa (IRS)

Nilai Indeks Kekuatan Sisa diperoleh dengan membandingkan antara nilai stabilitas pada kondisi perendaman dalam bak perendam pada suhu 60°C selama 30 menit terhadap kondisi perendaman yang sama selama 24 jam. Nilai stabilitas sisa campuran aspal, baik yang menggunakan bahan pengisi abu batu maupun abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 12.

7. Kadar Aspal Optimum (KAO)

Parameter yang menentukan kadar aspal optimum adalah stabilitas, kelelahan, *Marshall Quotient*, VMA, VIM, dan VFA. Adapun nilai kadar aspal optimum yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Dari Gambar 2 hingga Gambar 12 dan Tabel 8, dapat diketahui sifat-sifat Marshall dari tiap variasi campuran. Penjelasan mengenai syarat hasil uji Marshall yang memenuhi syarat atau tidak dapat dilihat pada Tabel 9.

TABEL 8. Nilai KAO pada masing-masing variasi campuran

Campuran HRA WC			
No.	Komposisi Bahan Pengisi	Sampel	Kadar Aspal Optimum (%)
1	100% Abu Batu	1D	6
		2D	6,34
		1W	6,42
		2W	5,34
2	50% Abu Batu-50% Abu Sekam Padi	1D	6,41
		2D	6,49
		1W	6
		2W	6,37
3	100% Abu Sekam Padi	1D	6,54
		2D	6
		1W	6,49
		2W	6,9

TABEL 9. Sifat uji Marshall yang memenuhi atau tidak memenuhi persyaratan Bina Marga

Sifat Marshall	Kadar aspal	Variasi campuran			Keterangan
		100% abu batu	50% abu batu-50% abu sekam padi	100% abu sekam padi	
Stabilitas	5%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
	6%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
	7%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
Kelelahan	5%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
	6%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
	7%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
VFA	5%	1D	V	X	Variasi campuran 100% abu batu (sampel 2D), 50% abu batu-50% abu sekam padi, dan 100% abu sekam padi tidak memenuhi syarat
		2D	X	X	
		1W	V	X	
		2W	V	X	
	6%	1D	V	V	Variasi campuran 100% abu sekam padi tidak memenuhi persyaratan.
		2D	V	V	
		1W	V	X	
		2W	V	V	
	7%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
VIM	5%	1D	V	X	Variasi campuran 100% abu batu memenuhi persyaratan, campuran 50% abu batu-50% abu sekam padi dan 100% abu sekam padi tidak memenuhi persyaratan
		2D	V	X	
		1W	V	X	
		2W	V	X	
	6%	1D	V	V	Variasi campuran 100% abu batu dan 50% abu batu-50% abu sekam padi (sampel 1D) yang memenuhi persyaratan.
		2D	V	X	
		1W	V	X	
		2W	V	X	
	7%	1D	V	X	Variasi campuran 100% abu batu dan 100% abu sekam padi (sampel 2W) yang memenuhi persyaratan.
		2D	V	X	
		1W	V	X	
		2W	V	X	
MQ	5%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
	6%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	
	7%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan
		2D	V	V	
		1W	V	V	
		2W	V	V	

Sifat Marshall	Kadar aspal	Variasi campuran			Keterangan		
		100% abu batu	50% abu batu-50% abu sekam padi	100% abu sekam padi			
5%	1D	V	V	V	Variasi campuran 100% abu batu (sampel 2D) tidak memenuhi persyaratan.		
	2D	X	V	V			
	1W	V	V	V			
	2W	V	V	V			
VMA	6%	1D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan		
	2D	V	V	V			
	1W	V	V	V			
	2W	V	V	V			
7%	1D	V	V	V	Variasi campuran 100% abu batu (sampel 2D) tidak memenuhi persyaratan.		
	2D	X	V	V			
	1W	V	V	V			
	2W	V	V	V			
Indeks stabilitas sisa	5%	D	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan		
	W	V	V	V			
	6%	D	V	V			
	W	V	V	V			
7%	D	V	V	V	Semua variasi campuran memenuhi persyaratan		
	W	V	V	V			
	KAO	1D	X	X		V	Variasi campuran 100% abu sekam padi yang memenuhi persyaratan
		2D	X	X		X	
1W		X	X	X			
2W		X	X	V			

Keterangan: V= Memenuhi persyaratan, X= Tidak memenuhi persyaratan

Analisis Nilai Keekonomisan Penggunaan Abu Sekam Padi

menggunakan campuran bahan pengisi abu batu dan abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 10 hingga Tabel 12.

Analisis mengenai perbedaan harga pekerjaan 1 m³ panjang jalan antara dengan

TABEL 10. Rincian biaya pekerjaan jalan dengan menggunakan bahan pengisi 100% abu batu

Bahan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Satuan	Jumlah Harga (Rp)
Agregat Kasar	0,0004	155.000,00	m ³	62,70
Agregat Halus	0,0015	130.000,00	m ³	190,64
Aspal	0,829	7.500,00	kg	6.218,98
Bahan Pengisi (Abu Batu)	1,355	53.240,00	kg	72.150,85
Biaya Total				78.623,17

TABEL 11. Rincian biaya pekerjaan jalan dengan menggunakan bahan pengisi 50% abu batu : 50% abu sekam padi

Bahan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Satuan	Jumlah Harga (Rp)
Agregat Kasar	0,0004	155.000,00	m ³	62,70
Agregat Halus	0,0015	130.000,00	m ³	190,64
Aspal	0,839	7.500,00	kg	6.296,6
Bahan Pengisi 50% Abu Batu	0,840	53.240,00	kg	144.733,50
Bahan Pengisi 50% Abu Sekam Padi	0,840	12.000,00	kg	100.82,69
Biaya Total				61.366,15

TABEL 12. Rincian biaya pekerjaan jalan dengan menggunakan bahan pengisi 100% abu sekam padi

Bahan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Satuan	Jumlah Harga (Rp)
Agregat Kasar	0,0004	155.000,00	m ³	62,70
Agregat Halus	0,0015	130.000,00	m ³	190,64
Aspal	0,893	7.500,00	kg	6.694,38
Bahan Pengisi (Abu Sekam Padi)	3,597	12.000,00	kg	43.160,41
Biaya Total				50.108,13

Dari Tabel 10 sampai Tabel 12 tersebut diketahui penghematan HRA dengan bahan pengisi abu sekam padi. Jika dibandingkan dengan HRA dengan bahan pengisi abu batu ada penghematan sebesar Rp.28.515,04/m³ dan HRA dengan bahan pengisi 50% abu batu : 50% abu sekam padi ada penghematan sebesar Rp. 11.258,02/m³.

KESIMPULAN

1. Nilai stabilitas, kelelahan, VFA, VIM, VMA, dan stabilitas sisa cenderung semakin meningkat seiring berkurangnya bahan pengisi abu batu atau dengan bertambahnya bahan pengisi abu sekam padi.
2. Penggantian bahan pengisi abu batu dengan bahan pengisi abu sekam padi akan menyebabkan bertambahnya kadar aspal optimum. Hal ini disebabkan karena berat jenis kedua macam bahan pengisi sangat berbeda (abu batu = 2,688 dan abu sekam padi = 0,947).
3. Penggunaan bahan pengisi abu sekam padi lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan abu batu dilihat dari segi harga maupun cara memperolehnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim (2001). *Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Agustus, Bandung: Puslitbang Jalan.

PENULIS:

Sri Atmaja P. Rosyidi✉

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta.

✉Email: atmaja_sri@umy.ac.id

Eri Fachriani

Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta.

Agus Purwanto

Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta.