

## PENGARUH ABU SEKAM PADI SEBAGAI *FILLER* PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT (SMA)*

Eva Tristi Hidayati<sup>1</sup>, dan Miftahul Fauziah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : [tristieva@gmail.com](mailto:tristieva@gmail.com)

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : [miftahul.fauziah@uui.ac.id](mailto:miftahul.fauziah@uui.ac.id)

### **Abstract**

*The asphalt concrete mix on pavement required reinforcement with filler as a modification to supported mix strength. The alternative was rice husk ash that contained silica approximately 86.90-97.30%, with the capability to filled the cavity between aggregate granules. The purpose of this study was to know about the influence of ASP as replacement filler to mixed characteristic of SMA 12,5 mm with Marshall, Immersion, ITS, Cantabro, and Poisson Ratio. This research started from physical properties of the material. it determined the value of KAO of each variation of ASP by 0%, 25%, 50% and 75%, and continued by VCA, Marshall, Immersion, ITS, Cantabro, and Poisson Ratio. The standard that used to inquiry the physical properties of the material refered to Bina Marga (2010), and mixed testing standards refered to the AASHTO specifications. The result showed that there was an increase of stability value of mixture of SMA 12.5 mm mixtures, along with increased of ASP replacement filler up to 50% amount of 49,382%, then decrease at 75% ASP amount 15,025%. Increased flow amount 36.129%. MQ values same as stability, increased 50% ASP and decreased at 75% ASP levels. The IRS value of ASP between 0% < 90% was 86.997%, so it wasn't qualifying Bina Marga (2010) specifications, however at ASP 25%, 50% and 75% was qualifying Bina Marga (2010) specification of 93.755%, 90.449% and 93.901%. The ITS value increased amount 11.270% at an ASP 25% filler level of the mixed initial condition, then decreased along with increasing of ASP levels. The Cantabro Loss value of ASP substitution 0%, 25% and 50% qualifying the requirements of Bina Marga (2010) ≤ 20% is 4,964%, 7,592% and 10,730%, but at 75% ASP level exceeding the requirement that equal to 45,98 %. Therefore, Poisson's ratio increased by 37.187% as additional ASP replacement filler levels.*

**Keywords** : Ash Rice Husk, Filler, Stone Matrix Asphalt.

### **PENDAHULUAN**

Perkerasan jalan adalah faktor terpenting dalam menunjang pembangunan prasarana transportasi. Campuran beton aspal pada perkerasan jalan membutuhkan kekuatan dengan bahan pengisi (*filler*) sebagai modifikasi untuk mendukung kekuatan. Penggunaan *filler* dalam jumlah sedikit namun hasil yang didapatkan tidak sebanding dengan penggunaannya. Hasil produksi mesin pemecah batuan (*aggregate crushing plant*), hanya dapat menghasilkan jumlah *filler* dalam

proporsi sangat rendah sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan. Upaya untuk mencari alternatif pengganti *filler* menjadi penting untuk dilakukan. Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti *filler* merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan material *filler*.

Abu sekam adalah sisa gabah dari pertanian padi yang dibakar sampai menjadi abu yang memiliki kandungan silika sebanyak 86,90 – 97,30 %. Sekam padi memiliki kemampuan mengisi rongga pada campuran

suatu struktur jalan. Abu sekam padi juga mudah didapatkan (Houston, 1972).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi saat digunakan sebagai *filler* pengganti pada campuran beton aspal. Menurut penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* pengganti dengan kadar ASP 0%, 25% dan 50% menghasilkan durabilitas yang semakin meningkat.

Penggunaan campuran *Stone Matrix Asphalt (SMA)* cocok untuk penerapan *filler* pengganti abu sekam padi karena campuran tersebut bergradasi terbuka yang memiliki kandungan agregat kasar yang besar dan kadar aspal yang tinggi sehingga akan tahan terhadap sinar ultraviolet dan oksidasi (Brown, et al, 1997).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Utari (2015) mengkaji tentang penggunaan zeolit sebagai *filler* pengganti variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% pada campuran SMA dengan aspal modifikasi elastomer menghasilkan nilai *IRS* yang semakin menurun sehingga menghasilkan komposisi optimum yang baik untuk campuran SMA adalah penggunaan variasi kadar zeolit sebesar 0%, 25% dan 50%.

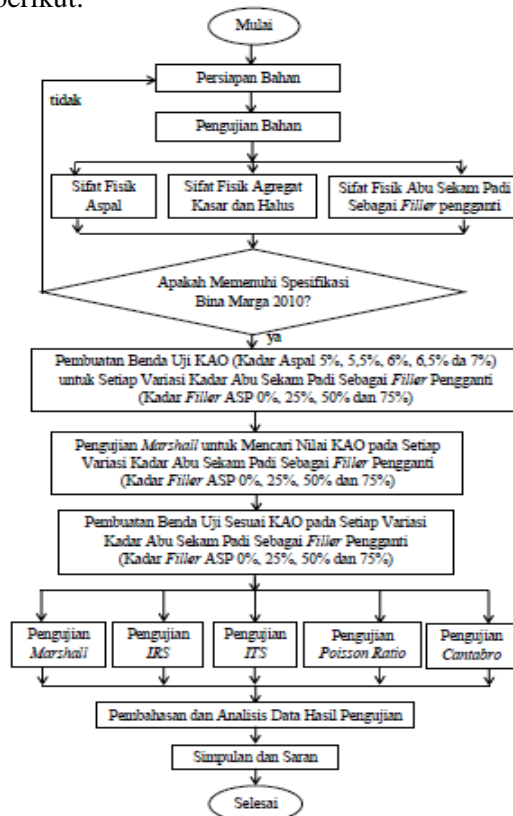
Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi terhadap karakteristik campuran *Stone Matrix Asphalt (SMA)* 12,5 mm.

## METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan serangkaian kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Persyaratan dan prosedur mengacu pada peraturan *American Association of State Highway and Transport (AASHTO)*, Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

Abu sekam padi yang digunakan dari Prawirotaman, Yogyakarta. Aspal yang digunakan adalah Pertamina Pen 60/70. Pemeriksaan diawali dengan persiapan bahan lalu pengujian bahan, dilanjutkan pembuatan benda uji setiap variasi *filler* pengganti untuk

pengujian kadar aspal optimum. Tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji sesuai kadar aspal optimum untuk dilakukan pengujian *Marshall*, *IRS*, *ITS*, *Cantabro* dan *Poisson Ratio*. Total benda uji yang digunakan sebanyak 120 buah. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Bagan Alir

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Pengujian Poisson Ratio dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Pengujian yang lain dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia yang mengacu pada AASHTO, SNI dan Bina Marga 2010.

### Sifat Fisik Material

Pengujian sifat fisik material terdiri dari pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus, pengujian aspal dan pengujian berat jenis *filler* dapat dilihat pada Tabel 1., Tabel 2., Tabel 3 dan Tabel 4. berikut.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar**

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis a. Berat Jenis Bulk b. Berat Jenis SSD c. Berat Jenis Apparent	a. 2,58 b. 2,63 c. 2,72	Min. 2,5	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,0	Maks. 3	Memenuhi
3.	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	97	Min. 95	Memenuhi
4.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	11,90	Maks. 40	Memenuhi

**Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus**

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis a. Berat Jenis Bulk b. Berat Jenis SSD c. Berat Jenis Apparent	a. 2,55 b. 2,61 c. 2,71	Min. 2,5	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,35	Maks. 3	Memenuhi
3.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	69,02	Min. 50	Memenuhi

**Tabel 3. Hasil Pengujian Filler**

No	Pengujian	Jenis	Hasil
1.	Berat Jenis gr/cm <sup>3</sup>	Debu Batu	2,553
2.	Berat Jenis gr/cm <sup>3</sup>	Abu Sekam Padi	1,952

**Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70**

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	≥ 1,0	1,05	Memenuhi
2.	Penetrasi (0,1 mm)	60 – 70	61,50	Memenuhi
3.	Daktilitas (cm)	≥ 100	164	Memenuhi
4.	Titik Nyala (°C)	≥ 232	270	Memenuhi
5.	Kelarutan TCE (%)	≥ 99	99,15	Memenuhi
6.	Titik Lembek (°C)	≥ 48	48	Memenuhi

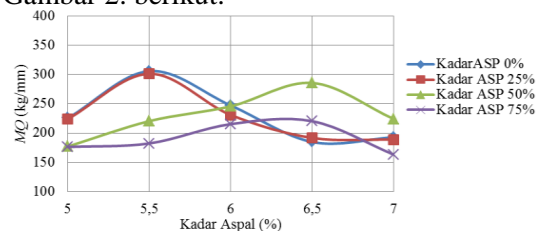
**Hasil Pemeriksaan Kadar Aspal Optimum (KAO)**

Kadar aspal optimum pada campuran SMA 12,5 mm ditentukan berdasarkan kriteria parameter dengan nilai VIM bersyarat 4%, nilai VMA minimum 17%, dan kadar aspal campuran minimum 6% yang mengacu pada AASHTO sebagai berikut.

1. Nilai Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk.

Grafik nilai stabilitas untuk setiap variasi kadar filler pengganti ASP terdapat pada Gambar 2. berikut.

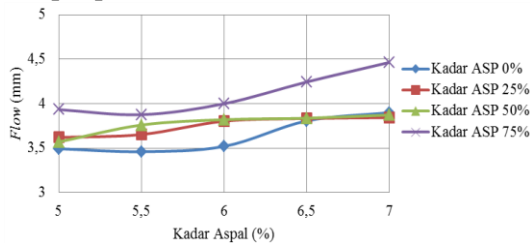


**Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas**

Nilai stabilitas cenderung naik hingga titik optimum pada setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP dengan bertambahnya kadar aspal selanjutnya mengalami penurunan. Kadar *filler* pengganti ASP 0% dan 25% titik optimum berada di kadar aspal rencana 5,5%, sedangkan kadar *filler* pengganti ASP 50% dan 75% berada pada kadar aspal rencana 6,5%. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosyidi,dkk (2012) bahwa nilai stabilitas dengan penambahan *filler* pengganti ASP akan naik hingga stabilitas optimumnya lalu mengalami penurunan. Hal ini disebabkan bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP dengan penyerapan yang tinggi, maka semakin bertambah kadar aspal yang dibutuhkan agar campuran menjadi stabil sehingga memiliki nilai optimum yang berbeda.

## 2. Nilai Flow

*Flow* adalah Besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Grafik nilai *Flow* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP terdapat pada Gambar 3. berikut.

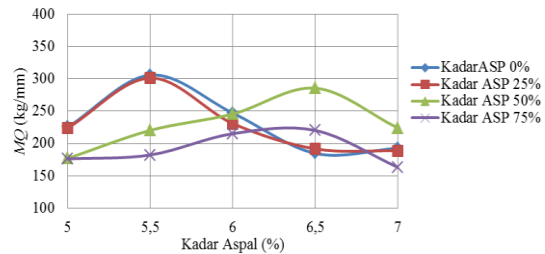


**Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Flow**

Nilai kelelahan/*flow* cenderung mengalami kenaikan setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP dengan penambahan kadar aspal. Nilai *flow* cenderung mengalami kenaikan dari kadar *filler* pengganti ASP 0% hingga kadar *filler* pengganti ASP 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ridwan,dkk (2017) bahwa nilai *flow* tertinggi berada pada kadar aspal rencana terbesar setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini karena semakin meningkatnya kadar aspal maka campuran akan semakin bersifat plastis, sehingga akan semakin mudah mengalami deformasi saat menerima beban.

## 3. Nilai Marshall Quotient (MQ)

*Marshall Quotient (MQ)* adalah parameter untuk mengukur tingkat fleksibilitas perkerasan. Grafik nilai *MQ* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP terdapat pada Gambar 4. berikut.

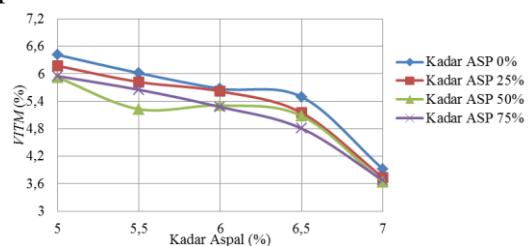


**Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai MQ**

Nilai *MQ* rendah terjadi pada kadar aspal 7% dengan kadar *filler* pengganti ASP 0% dan 25%, hal ini disebabkan nilai stabilitasnya rendah dan diiringi dengan nilai *flow* yang tinggi sehingga campurannya bersifat cenderung kurang stabil. Pada grafik hubungan kadar aspal dengan *Marshall Quotient* kecenderungan sama dengan bentuk stabilitas *Marshall* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP. Nilai *Marshall Quotient* sangat dipengaruhi oleh nilai stabilitas maupun kelelahan (*flow*). Stabilitas yang tinggi tidak menjamin nilai *Marshall Quotient* yang tinggi pula bila hal tersebut juga diikuti oleh angka *flow* yang tinggi.

## 4. Nilai Void in Mix (VIM)

*Void in Mix (VIM)* adalah rongga yang tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. Grafik nilai *VITM* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP terdapat pada Gambar 5. berikut.



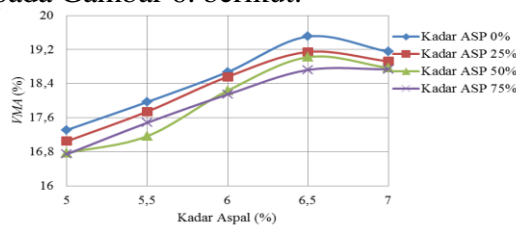
**Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VIM**

Nilai *VIM* cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti ASP dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosyidi, dkk

(2012) bahwa nilai *VITM* mengalami penurunan seiring bertambah *filler* pengganti ASP dengan bertambahnya kadar aspal. Pada setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP dengan kadar aspal yang sama, nilai *VITM* terbesar berada pada kadar ASP 0% dan nilai *VITM* terkecil berada pada kadar ASP 75%. Hal ini disebabkan semakin terisinya rongga yang tersisa pada campuran setelah dipadatkan oleh *filler* pengganti ASP yang diiringi dengan peningkatan kadar aspal.

5. Nilai *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

*VMA* adalah persentase banyaknya rongga/pori antar butiran agregat dalam campuran. Grafik nilai *VMA* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP terdapat pada Gambar 6. berikut.



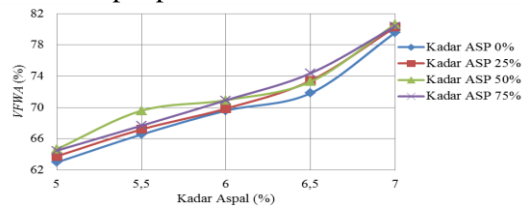
**Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VMA**

Grafik *VMA* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar aspal karena semakin tebal aspal menyelimuti agregat. Semakin bertambah kadar *filler* pengganti ASP, nilai *VMA* semakin turun dari kadar ASP 0% hingga kadar ASP 75% karena rongga antar agregat terisi ASP berakibat pori semakin kecil. Nilai *VMA* terkecil terdapat pada kadar aspal 5% dengan kadar *filler* pengganti ASP 50% sebesar 16,770% dan kadar *filler* pengganti ASP 75% sebesar 16,742%, sedangkan persyaratan *AASHTO* yaitu nilai *VMA* minimal 17%, sehingga tidak memenuhi syarat. Hal ini disebabkan karena penambahan *filler* pengganti ASP membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran semakin sedikit, sehingga pengerjaan pemadatan tidak lebih mudah.

6. Nilai *Volume of Void Filled with Asphalt (VFWA)*

*VFWA* adalah volume rongga beton aspal padat yang terisi aspal. Grafik nilai *VFWA*

untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP terdapat pada Gambar 7. berikut.



**Gambar 7. Grafik Nilai VFWA**

Nilai *VFWA* mengalami peningkatan sesuai dengan peningkatan kadar aspal dan penambahan kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan rongga terisi aspal dan *filler* pengganti ASP sehingga kekedapan campuran semakin meningkat.

**Tabel 8. Rekapitulasi KAO**

Kadar <i>Filler</i> Pengganti ASP (%)	Kadar Aspal Optimum (%)
0	6,89
25	6,83
50	6,80
75	6,76

*KAO* semakin kecil karena nilai *VITM* pada setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP mengalami penurunan akibat campuran semakin padat. *AASHTO* mensyaratkan *VITM* campuran *SMA* 12,5 mm adalah sebesar 4%, namun nilai *VIM* ± 0,5% diizinkan karena kemungkinan terjadi kesalahan pada pengujian volumetrik sehingga kadar aspal rencana yang masuk spesifikasi hanya sedikit dan mempengaruhi nilai *KAO*.

**Hasil Pengujian *Void in Coarse Aggregate (VCA)***

Pengujian *VCA* menunjukkan bahwa gradasi yang dipakai menghasilkan nilai rasio  $VCA_{mix}/VCA_{drc}$  antara 0.7-0.8 pada setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa campuran *SMA* 12,5 mm memiliki kontak antar agregat yang baik.

**Pengaruh *Filler* Pengganti ASP terhadap Campuran *SMA* 12,5 mm pada *KAO***

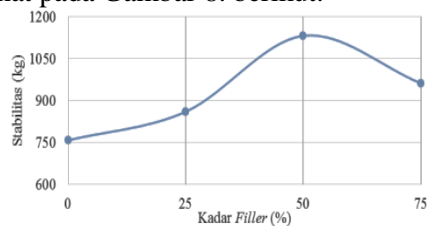
Pengaruh abu sekam padi sebagai *filler* pengganti pada tiap pengujian diuraikan sebagai berikut.

## Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Karakteristik *Marshall*

Pengaruh ASP sebagai *filler* pengganti terhadap karakteristik *Marshall* adalah sebagai berikut.

### 1. Nilai Stabilitas

Analisis pengaruh variasi *filler* pengganti abu sekam padi terhadap stabilitas dapat dilihat pada Gambar 8. berikut.

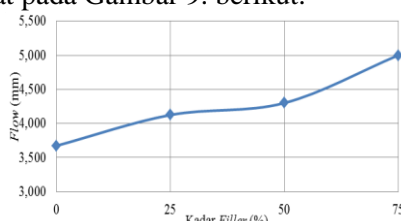


**Gambar 8. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai Stabilitas pada KAO**

Terjadi peningkatan nilai stabilitas sampai kadar *filler* pengganti ASP 50% dan mengalami penurunan pada kadar *filler* pengganti ASP 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa campuran aspal yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP memiliki nilai stabilitas yang cenderung meningkat sampai titik optimum yang kemudian terjadi penurunan untuk kadar *filler* pengganti ASP selanjutnya. Pada kadar *filler* pengganti ASP 75% mengalami penurunan karena proporsi *filler* yang berlebihan mengakibatkan ikatan antar butir agregat menjadi lemah. Penggunaan kadar *filler* pengganti ASP 50% memiliki kinerja yang lebih baik dalam menahan beban.

### 2. Nilai *Flow*

Analisis pengaruh variasi *filler* pengganti abu sekam padi terhadap nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 9. berikut.



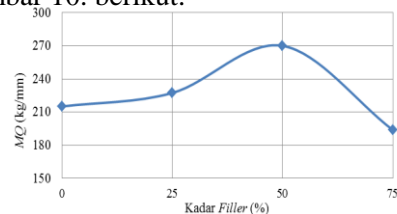
**Gambar 9. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Flow* pada KAO**

Nilai *flow* pada campuran SMA 12,5 mm mengalami kenaikan seiring dengan

peningkatan kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini sejalan dengan penelitian Ridwan,dkk (2017) bahwa campuran aspal yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP memiliki nilai *flow* yang meningkat setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini disebabkan kadar *filler* pengganti ASP yang semakin banyak membuat campuran menjadi plastis sehingga tidak tahan terhadap deformasi.

### 3. Nilai *MQ*

Analisis Pengaruh Variasi Abu Sekam Padi terhadap Nilai *MQ* dapat dilihat pada Gambar 10. berikut.

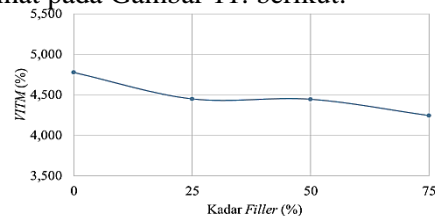


**Gambar 10. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *MQ* pada KAO**

Terjadi peningkatan nilai *MQ* sampai kadar abu sekam 50% dan turun kembali pada kadar abu sekam padi 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa kondisi *MQ* cenderung sama dengan kondisi stabilitasnya. Penurunan nilai *MQ* pada campuran SMA 12,5 mm menunjukkan bahwa semakin bertambah kadar *filler* pengganti ASP, maka cenderung kurang stabil. Nilai *MQ* mengindikasikan sifat kekakuan atau kelenturan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas.

### 4. Nilai *VITM*

Analisis pengaruh variasi *filler* pengganti abu sekam padi terhadap nilai *VITM* dapat dilihat pada Gambar 11. berikut.



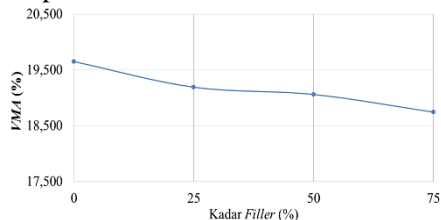
**Gambar 11. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *VITM* pada KAO**

Nilai *VITM* pada campuran SMA 12,5 mm mengalami penurunan seiring bertambahnya

kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa beton aspal AC-BC yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP untuk nilai *VITM* mengalami penurunan seiring bertambah kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini disebabkan karena rongga pada campuran semakin terisi oleh *filler* pengganti ASP sehingga rongga semakin kecil dan campuran semakin padat.

#### 5. Nilai *VMA*

Analisis pengaruh variasi *filler* pengganti abu sekam padi terhadap nilai *VMA* dapat dilihat pada Gambar 12. berikut.

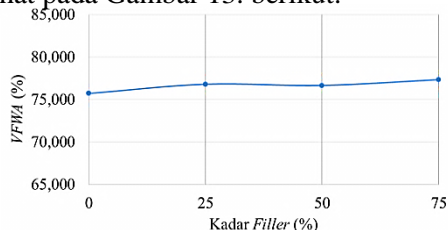


**Gambar 12. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Flow* pada KAO**

Nilai *VMA* pada campuran SMA 12,5 mm cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti ASP dari kadar ASP 0% hingga 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Akbar,dkk (2012) bahwa campuran lapis aspal beton AC-WC yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP mengalami penurunan nilai *VMA* seiring bertambahnya kadar ASP. Hal ini disebabkan kadar *filler* pengganti ASP yang semakin mengisi rongga campuran antar agregat yang menjadikan pori semakin kecil sehingga banyak rongga antar butiran agregat berkurang.

#### 6. Nilai *VFWA*

Analisis pengaruh variasi *filler* pengganti abu sekam padi terhadap nilai *VFWA* dapat dilihat pada Gambar 13. berikut.



**Gambar 13. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Flow* pada KAO**

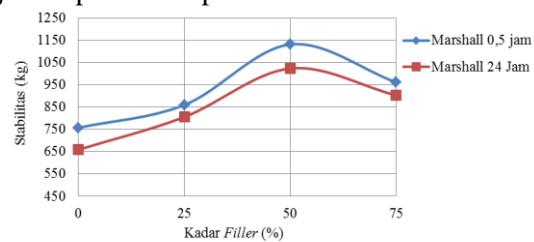
Nilai *VFWA* pada campuran SMA 12,5 mm cenderung mengalami peningkatan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti ASP dari kadar 0% hingga 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosyidi,dkk (2012) bahwa aspal beton menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP cenderung mengalami peningkatan nilai *VFWA*. Hal ini disebabkan semakin besar aspal dan *filler* ASP mengisi rongga campuran yang membuat kedapatan campuran semakin meningkat.

#### **Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)***

Analisis pengaruh *filler* pengganti ASP terhadap nilai *IRS* adalah sebagai berikut.

##### 1. Nilai Stabilitas Perendaman

Analisis pengaruh kadar *filler* pengganti abu sekam padi terhadap nilai stabilitas perendaman 0,5 jam dengan perendaman 24 jam dapat dilihat pada Gambar 14. berikut.

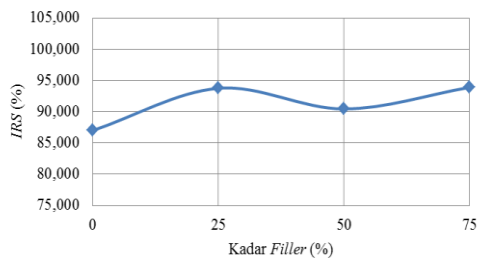


**Gambar 14. Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai Stabilitas Rendaman**

Nilai stabilitas tiap variasi kadar *filler* pengganti ASP pada pengujian Marshall 24 jam terjadi penurunan nilai stabilitas dari nilai stabilitas perendaman 0,5 jam, sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013). Hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa perubahan temperatur menjadi lebih tinggi mengakibatkan campuran aspal menjadi lembek dan air yang masuk dalam rongga campuran pada suhu yang tinggi akan mengurangi kelekatan aspal atau adhesi terhadap agregat sehingga nilai stabilitasnya menurun.

##### 2. Nilai *Index of Retained Strength (IRS)*

Analisis Pengaruh Kadar Abu Sekam Padi terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)* dapat dilihat pada Gambar 15. berikut.

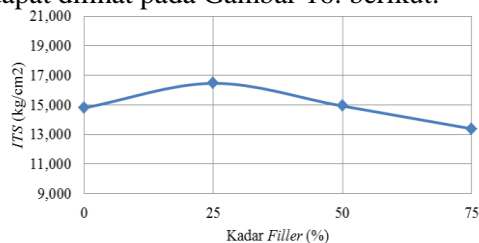


**Gambar 15. Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Index of Retained Strength (IRS)**

Nilai *IRS* pada kadar *filler* pengganti ASP cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa nilai *IRS* campuran cenderung meningkat pada campuran yang ditambah *filler* pengganti ASP dibandingkan dengan 0% ASP. Pada kadar ASP 25%, 50% dan 75% memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu minimum 90%. Pada kadar *filler* pengganti abu sekam 0% sebesar 86,997% memiliki nilai *IRS* dibawah syarat spesifikasi yang ditentukan, namun nilai *IRS* pada kadar tersebut masih berada di atas batas minimum yang direkomendasikan oleh *Asphalt Institute* >75%. Durabilitas pada campuran SMA 12,5 mm tidak terlalu bagus meskipun untuk kekuatannya semakin meningkat karena campuran SMA 12,5 mm kondisi awal tanpa *filler* pengganti ASP memiliki nilai *IRS* dibawah persyaratan Bina Marga 2010.

**Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Indirect Tensile Strength (ITS)**

Analisis pengaruh kadar abu sekam padi terhadap nilai *Indirect Tensile Strength (ITS)* dapat dilihat pada Gambar 16. berikut.



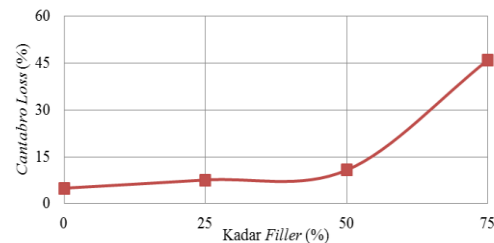
**Gambar 16. Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Indirect Tensile Strength (ITS)**

Nilai *ITS* campuran SMA 12,5 mm dengan variasi penambahan kadar *filler* pengganti ASP cenderung menurun. Hal ini karena lebar retak yang terjadi pada campuran SMA 12,5

mm lebih besar seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP. Hal itu terjadi karena semakin besar kadar *filler* pengganti ASP, besarnya rongga pada campuran semakin kecil namun campuran semakin getas dan lebih rapuh akibat penambahan *filler* pengganti yang berlebih sehingga tidak tahan terhadap beban.

**Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Cantabro**

Analisis pengaruh kadar abu sekam padi terhadap nilai *Cantabro* dapat dilihat pada Gambar 17. berikut.



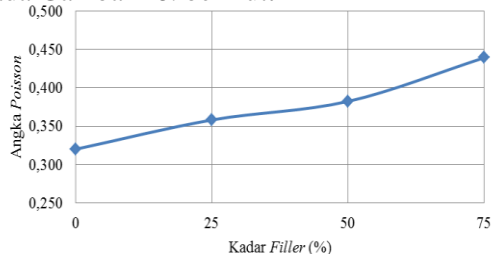
**Gambar 17. Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Cantabro**

Nilai *Cantabro Loss* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP. Nilai *Cantabro Loss* pada kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% memiliki nilai *Cantabro Loss* yang memenuhi syarat Bina Marga 2010 yaitu ≤ 20%, namun pada kadar *filler* pengganti ASP 75% didapatkan sebesar 45,98% melebihi syarat spesifikasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Winayati,dkk (2018) bahwa nilai *Cantabro Loss* dengan campuran yang masih dominan menggunakan *filler* abu batu memiliki nilai keausan yang cukup rendah. Hal ini disebabkan kadar *filler* pengganti ASP yang berlebih mengakibatkan campuran butiran agregat tidak berikatan dengan baik, sehingga perkerasan aspal tidak dapat menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Dapat disimpulkan bahwa pada komposisi optimum 75% kadar *filler* pengganti ASP pada campuran SMA 12,5 mm tidak tahan terhadap keausan.



### Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Poisson Ratio

Analisis pengaruh kadar abu sekam padi terhadap nilai *Poisson Ratio* dapat dilihat pada Gambar 18. berikut.



**Gambar 18. Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai Poisson Ratio**

Angka *poisson* mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar *filler* pengganti ASP, sehingga regangan horizontal dan regangan vertikal yang terjadi semakin besar. Hal ini sejalan dengan penelitian Wiyono,dkk (2015) bahwa angka *poisson* meningkat seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti yang memiliki kandungan silika yang tinggi. Peningkatan angka *poisson* ini disebabkan oleh semakin besar persen kadar *filler* pengganti ASP namun dengan kadar aspal optimum yang semakin turun menyebabkan penurunan atau perubahan bentuk campuran semakin besar sehingga campuran menjadi semakin getas.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut.

#### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil analisis dari kinerja campuran SMA 12,5 mm dengan menggunakan berbagai variasi kadar abu sekam padi sebagai *filler* pengganti adalah sebagai berikut.

1. Semakin bertambah kadar ASP sebagai *filler* pengganti meningkatkan kemampuan campuran hingga kadar ASP 50%, dan menurunnya kemampuannya ketika kadar ASP sebagai *filler* pengganti berlebih. Penambahan kadar ASP sebagai *filler* pengganti memiliki kekuatan yang semakin baik hingga kadar 50% namun memiliki deformasi yang kurang baik ketika kadar *filler* pengganti ASP berlebih.

2. Durabilitas campuran SMA 12,5 mm tidak bagus meskipun untuk kekuatannya semakin meningkat karena campuran SMA 12,5 mm pada kondisi awal memiliki nilai *IRS* yang tidak memenuhi syarat Bina Marga minimum 90%.
3. Nilai kuat tarik tidak langsung atau *ITS* dengan penggunaan variasi kadar ASP sebagai *filler* pengganti pada campuran SMA 12,5 mm cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini disebabkan lebar retak yang terjadi pada campuran SMA 12,5 mm lebih besar seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP akibat semakin besar kadar *filler* pengganti ASP, besarnya rongga pada campuran semakin kecil namun campuran semakin getas dan lebih rapuh akibat penambahan *filler* pengganti yang berlebih.
4. Nilai *Cantabro Loss* pada campuran SMA 12,5 mm dengan menggunakan variasi kadar ASP sebagai *filler* pengganti mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar ASP. Campuran dengan kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% didapat persentase nilai kehilangan berat sebesar 4,964%, 7,592% dan 10,73% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu  $\leq 20\%$ . Pada campuran dengan kadar *filler* pengganti ASP 75% adalah sebesar 45,98% yang melebihi syarat ketentuan. Dapat disimpulkan bahwa kadar *filler* pengganti ASP yang berlebih mengakibatkan penyerapan aspal yang tinggi membuat campuran butiran agregat tidak berikatan dengan baik, sehingga perkerasan aspal tidak dapat menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, sehingga pada komposisi ASP 75% kadar *filler* pengganti ASP pada campuran SMA 12,5 mm tidak tahan terhadap keausan.
5. Angka *poisson* mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar *filler* pengganti ASP. Peningkatan angka *poisson* berarti meningkat pula nilai regangan horizontal dan regangan vertikal campuran yang disebabkan oleh semakin besar persen kadar *filler* pengganti ASP

namun dengan kadar aspal optimum yang semakin turun menyebabkan campuran menjadi getas ketika beban diberikan.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut.

1. Mengingat dalam penelitian ini mengabaikan sifat kimiawi dari abu sekam padi dan dedak padi, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan terlebih dahulu peninjauan sifat kimiawinya untuk mengetahui kandungan yang berpengaruh terhadap kinerja campuran SMA 12,5 mm.
2. Pada campuran SMA 12,5 mm yang menggunakan filler pengganti ASP direkomendasikan menggunakan variasi hingga kadar filler pengganti 50% saja untuk menghasilkan campuran yang masih stabil dan tidak getas ketika menerima beban.
3. Penggunaan kadar filler pengganti ASP sebaiknya tidak terlalu tinggi untuk mendapatkan kinerja campuran SMA 12,5 mm yang baik terhadap penerapan perkerasan di lapangan.

### DAFTAR PUSTAKA

Akbar dan Wesli, 2012, Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Abu Sekam Padi, *Teras Jurnal*, Universitas Malikussaleh, Sumatra.

Brown, Haddock, Mallick dan Lynn, 1997, *Development of A Mixture Design Procedure For Stone Matrix Asphalt (SMA)*, National Center for Asphalt Technology (NCAT) Report No. 97-3, Auburn University, Alabama.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum*, Edisi 2010 (Rev. 3).

Hsu, H.W., dan Luh, B.S. (1980). *Rice Hull*. Dalam Rice Product And Utilization. Editor: Bor Shiun Luh. New York: Avi Publishing Company Inc. Hal. 736-740.

Houston, D.F., 1972, *Rice Bran and Polish*, In: *Rice: Chemistry & Technology*, 1st Ed.

Amer: Assoc. Cereal Chem. Inc., St. Paul, Minnesota, USA. P.272-300.

Ismadarni, Risman dan Kasan, 2013, Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat (AC-BC) yang Menggunakan Bahan Pengisi (*Filler*) Abu Sekam Padi, *Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, Palu.

Kumalawati, Sir dan Mastaram, 2013, Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Batu Apung Sebagai Pengganti *Filler* untuk Campuran Aspal, *Jurnal Teknik Sipil*, Nusa Tenggara Timur.

Linggo dan Purnamasari, 2007, Pengaruh Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan *Filler* Serbuk Bentonit Pada *HRS-Base* dan *HRS-WC*, *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

National Center for Asphalt Technology, 2009, *Evaluation of Stone Matrix Asphalt (SMA) for Airfield Pavement*, Auburn University.

Ridwan, F.S. dan Nadia, 2017, Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai *Filler* pada Campuran Aspal Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta.

Rosyidi, Fachriani dan Purwanto, 2012, Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi pada Campuran Hot Rolled Asphalt terhadap Sifat Uji Marshall, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Sukirman, S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.

Sukirman, S. 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.

Winayati, Rahmat dan Saleh, 2018, Analisis Penggunaan Abu Tandan Kelapa Sawit Sebagai *Filler* Ditinjau dari Nilai Keausan Perkerasan (*Cantabro Test*), *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.