

# ANALISIS PENGARUH PENGGANTIAN *FILLER* ABU SAWIT *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP KARAKTERISTIK PERKERASAN LENTUR (AC-WC)

Fadlan Hawari<sup>1</sup>, Lizar<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Jln. Bathin Alam, Sei. Alam Kab. Bengkalis Riau

*fadlanhawari@gmail.com*<sup>1</sup>, *lizar@polbeng.ac.id*<sup>2</sup>

## Abstrak

Riau merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia. Produksi kelapa sawit tersebut menghasilkan banyak limbah sekitar, 35-40% dari pengolahan tandan buah segar (TBS). Limbah ini juga dimanfaatkan sebagai pengganti batu bara yang menghasilkan limbah *fly ash* dan *bottom ash*. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah limbah tersebut, maka digunakan sebagai bahan pengganti *filler* pada campuran aspal beton. *Filler* yang digunakan berupa *fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan dari perusahaan pengolahan buah sawit. Spesifikasi dalam pelaksanaan pengujian ini mengacu pada spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pematatan benda uji dilakukan 2×75 tumbukan yang berasumsi bahwa pengujian di peruntukan pada lalu lintas berat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa karakteristik material dasar telah memenuhi spesifikasi material. Penggunaan variasi *fly ash* memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *bottom ash* dengan nilai 2316 Kg, sedangkan *bottom ash* memiliki nilai 2205 Kg. Nilai persentase rata-rata keseluruhan yang dihasilkan dalam pengujian karakteristik menunjukkan bahwa penggunaan *filler fly ash* 1,23% lebih baik dari pada penggunaan *filler bottom ash*.

**Kata Kunci:** Perkerasan Lentur, Abu sawit, *Filler*, *Fly Ash*, *Bottom Ash*

## Abstract

Riau is one of the largest oil palm producing provinces in Indonesia. Palm oil production produces a lot of palm waste too, 35-40% of the processing of fresh fruit bunches (FFB) is the resulting waste. This palm waste also used as a substitute for coal which produces fly ash and bottom ash waste. Therefore, to reduce the amount of palm waste, it is used as a substitute for filler in the asphalt concrete mixture. The fillers used are fly ash and bottom ash produced from oil palm fruit processing companies. The specifications in the implementation of the test refer to the general specifications of Bina Marga 2018. The object test compaction is carried out 2 × 75 collisions assuming that the test is intended for heavy traffic. The test results show that the basic material characteristics test has completed material specifications. The use of variations of fly ash has a higher stability value than bottom ash with a value of 2316 Kg, while bottom ash of 2205 Kg. The overall average percentage value generated in the characteristic test shows that the use of fly ash filler 1.23% is better than the use of bottom ash filler.

**Keywords:** Flexible Pavement, Palm Ash, Filler, Fly Ash, Bottom Ash.

## 1. PENDAHULUAN

Riau merupakan salah satu provinsi yang menyumbangkan produksi kelapa sawit terbesar di Indonesia. Berdasarkan data statistik Kementerian Pertanian Republik Indonesia ditahan 2019. Luas areal perkebunan kelapa sawit di riau mencapai 2,806 juta Ha dengan produksi 8,864 ton. Berdasarkan data tersebut lebih dari satu perempat luasan provinsi riau ditanami perkebunan sawit. dan juga dengan besar produksi tersebut tentu saja limbah yang dihasilkan juga banyak.

Limbah kelapa sawit yang dihasilkan dalam pengolahan sebanyak 35-40% dari total tandan buah segar (TBS), dalam bentuk tandan buah kosong, serat, cangkang buah dan abu bakar. Pengolahan 1 (satu) ton tandan buah segar

(TBS) Kelapa sawit akan menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit 23% atau 230 kg, limbah cangkang (*shell*) 6,5% atau 65 kg, lumpur sawit (*wet desenter solid*) 4% atau 40 kg, serabut (*fiber*) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50% (Mandiri, 2012). Setelah terjadi proses pembakaran, abu cangkang sawit terbagi menjadi 2 bentuk limbah yaitu: *Battom Ash* dan *Fly ash* [1]. Benda uji dari abu cangkang sawit ini masih memenuhi standar *filler* Spesifikasi Bina Marga PU 2010 revisi 3 dan dapat digunakan [2].

Campuran aspal panas adalah suatu metode campuran perkerasan aspal yang sangat dibutuhkan dalam perancangan perkerasan jalan lentur (*flexible pavement*). Material yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat

halus, *filler* dan bahan pengikat dengan perbandingan-perbandingan tertentu [3]. Jenis campuran beraspal panas terbagi menjadi tiga yaitu *Stone Matrix Asphalt* (SMA), Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Roller Sheet. HRS*) dan Lapisan Aspal Beton (*Asphalt Concrete. AC*). AC-WC adalah jenis lapisan permukaan yang bersentuhan langsung dengan perubahan cuaca, gaya geser dan tekanan roda ban kendaraan. Atas dasar itu pemilihan material sangat penting untuk mencapai kualitas campuran AC-WC yang diinginkan [4].

## 2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini mengacu kepada Bina Marga tahun 2018. penelitian ini dilaksanakan Laboratorium Jalan Raya Politeknik Negeri Bengkalis. Agar penelitian ini dapat berjalan dengan lancar maka peralatan dan bahan terlebih dahulu harus disiapkan.

### A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini, sebagai berikut :

1. Saringan/ayakan.
2. Cawan baja.
3. Timbangan.
4. Mistar dan *vernier caliper*.
5. Cetakan.
6. Termometer.
7. Alat pengujian titik leleh aspal.
8. Alat daktalitas.
9. Alat titik nyala dan titik bakar.
10. Alat *impact*.
11. *Marshall test*.
12. Oven.

Bahan yang digunakan sebagai berikut :

1. Aspal yang digunakan Pen. 60-70.
2. *Fly ash* dan *bottom ash* yang digunakan hasil pembakaran perusahaan sawit.

3. Agregat kasar dan halus berasal dari Tanjung Balai Karimun.

### B. Tahap Penelitian

#### 1) Pengujian Karakteristik Material

Pengujian ini dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dari material yang digunakan dengan mengacu kepada standar yang telah ditentukan [5]. Adapun standar yang dijadikan sebagai rujukan dalam pengujian karakteristik material dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Standar Spesifikasi

JENIS MATERIAL	NAMA PENGUJIAN	STANDAR SNI
Agregat Kasar	Berat jenis	SNI 1969:2016
	Penyerapan air	SNI 1969:2016
	Keausan agregat	SNI 2417:2008
	Analisa saringan	SNI ASTM C 136:2012
Agregat Halus	Spesifikasi	SNI 03-6819-2002
	Berat jenis	SNI 1970:2016
	Penyerapan air	SNI 1970:2017
Bahan Pengisi	Analisa saringan	SNI ASTM C 136:2012
	Spesifikasi	SNI 03-6723-2002
	Daktalitas	SNI 2432:2012
	Penetrasi	SNI 2456:2011
Aspal	Titik lembek	SNI 2434:2011
	Titik nyala dan titik bakar	SNI 2433:2011
	Kehilangan berat	SNI 06-2440-1991
	Berat jenis	SNI 2441:2011

#### 2) Jumlah Benda uji

Benda uji yang buat berbentuk *silinder* dengan diameter rata-rata 10,2 cm dan tinggi rata 6,4 cm, setiap variasi dibuat 3 benda uji [6]. Jumlah benda uji keseluruhan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Jumlah benda uji

No.	Jenis Benda Uji	Campuran <i>Filler</i>	Keterangan	Jumlah
1.	Kadar aspal rencana (KAR)	-	Tanpa <i>filler</i>	15
2.	Aspal beton normal	Abu batu	100%	3
3.	<i>Fly ash</i>	<i>Fly ash</i> sawit	25%, 50%, 75% dan 100%	12
4.	<i>Bottom ash</i>	<i>Bottom ash</i> sawit	25%, 50%, 75% dan 100%	12
		Jumlah benda uji		42

### 3) Penentuan KAR

Kadar aspal rencana pada campuran diperoleh dengan menggunakan rumusan berikut ini :

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K \quad \text{Mengacu pada (1)}$$

Dengan :

Pb = Kadar aspal rencana.

CA = Nilai persentase agregat kasar.

FA = Nilai persentase agregat halus.

FF = Nilai persentase *filler*.

K = Konstanta (0,5 - 1,0) .

Hasil perhitungan Pb dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat.

### 4) Pengujian Karakteristik Aspal

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur ketahanan menerima beban sampai terjadi deformasi pada campuran aspal [7].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1) Pengujian Karakteristik Material

Hasil pengujian karakteristik material dapat dilihat pada table 3.

**Tabel 3** Hasil pengujian karakteristik material

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
<b>Agregat Kasar</b>		
Berat jenis Bulk	2,6	Min. 2,5
Berat Jenis Semu	2,64	Min. 2,5
Berat Jenis Jenuh	2,62	Min. 2,5
Penyerapan Air	0,62%	Maks 3%
Keausan Agradat	31,02%	Maks 40%
Analisa Saringan	-	-
<b>Agregat Halus</b>		
Berat jenis Bulk	2,62	Min. 2,5
Berat Jenis Semu	2,65	Min. 2,5
Berat Jenis Jenuh	2,63	Min. 2,5
Penyerapan Air	0,40%	Maks 3%
Analisa Saringan	-	-
<b>Bahan Pengisi</b>		
Spesifikasi	-	-
<b>Aspal</b>		
Spesifikasi	-	-
Daktilitas	150	≥ 100
Penetrasi	50,35	60 - 70 mm
Titik lembek	48,15	≥ 48
Titik nyala	0	≥ 232
Titik bakar	339	≥ 232
Kehilangan berat	0%	≤ 0,8
Berat jenis	1,04	≥ 1

### 2) Penentuan KAR

Perhitungan kadar aspal rencana adalah suatu dasar untuk mencari acuan dalam mencari kadar aspal optimum. Adapun tahapan perhitungan kadar aspal rencana adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PB &= (0,035 \times CA) + (0,045 \times FA) + (0,18 \\ &\quad \times FF) + K \\ &= (0,035 \times 57) + (0,045 \times 37) + (0,18 \\ &\quad \times 6) + 0,75 \\ &= 5,5\% \end{aligned}$$

Jadi, persentase kadar aspal rencana yang yang dari perhitungan adalah sebesar 5,5%. Untuk mendapatkan persentase aspal optimum maka dibuat benda uji dengan lima variasi kadar aspal, dua variasi menggunakan dibawah kadar aspal rencana dan dua variasi menggunakan diatas kadar aspal rencana. Adapun kelima variasi tersebut adalah sebagai berikut : 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%.

3) Pengujian Karakteristik Marshall

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik dari benda uji yang menggunakan filler abu batu. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat marshall test. Dari pengujian tersebut akan diperoleh karakteristik marshall yaitu nilai stabilitas, flow, rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM) dan marshall quotient (MQ). Adapun nilai karakteristik marshall yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4 Hasil pengujian krakteristik marshall KAR

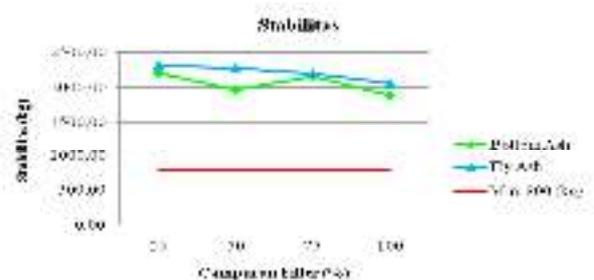
Karakteristik	Spesifikasi	Kadar Aspal					Satuan
		4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas	Min. 800	2599,51	2589,59	2662,89	2574,29	2418,01	(Kg)
Flow	2-4	1,39	1,30	0,53	0,47	0,46	(mm)
VFA	Min. 65	62,72	66,19	75,58	79,88	70,85	(%)
VMA	Min. 15	16,04	16,82	16,37	16,87	20,21	(%)
VIM	3-5	6,01	5,72	4,03	3,42	6,15	(%)
MQ	Min. 200	1871,48	4397,16	6865,72	10177,38	5731,80	(Kg/mm)

Setelah data karakteristik marshall diperoleh selanjutnya dilakukan perhitungan kadar aspal optimum. Perhitungan kadar aspal optimum dilakukan dengan menggunakan metode diagram batang seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 5 Penentuan kadar aspal optimum

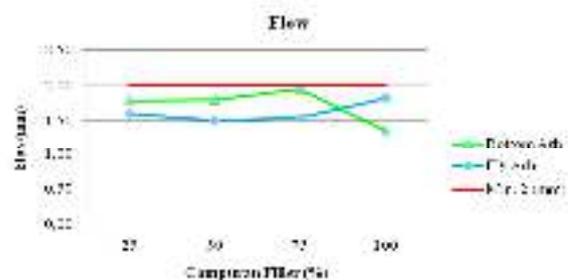
Grafik Aspal Optimum		Kadar Aspal (%)					
Karakterist	Spesifikasi	4,5	5	5,5	5,75	6	6,5
Stabilitas	Min. 800 kg						
Flow	2 - 4 mm						
VFA	Min. 65 %						
VMA	Min. 15 %						
VIM	3-5 %						
MQ	Min. 200 kg/mm						

Kadar aspal optimum yang peroleh adalah sebesar 5,75 %. Setelah kadar aspal optimum diperoleh selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji dengan menggunakan kadar aspal optimum. Benda uji dibuat dengan 4 variasi campuran menggunakan fly ash dan battom ash sebagai bahan substitusi filler pada campuran AC-WC. Karakteristik marshall yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



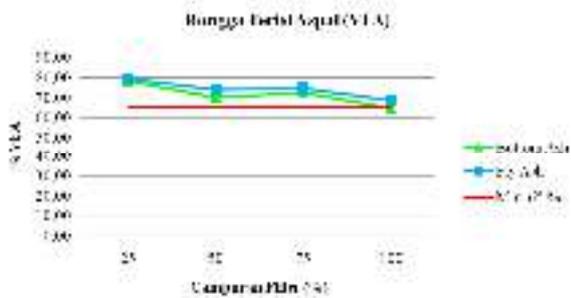
Gambar 1 Garafik stabilitas campuran variasi filler

Penambahan fly ash dan bottom ash kedalam campuran aspal sangat berpengaruh terhadap nilai stabilitas yang dihasilkan. Semakin besar persentase fly ash dan bottom ash didalam campuran aspal maka nilai stabilitas yang dihasilkan semakin menurun, namun lebih besar dari pada nilai stabilitas minimum.



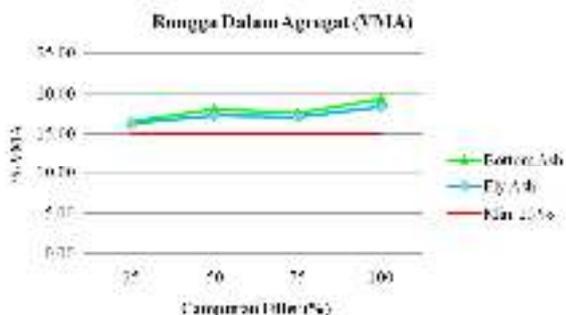
Gambar 2 Garafik flow campuran variasi filler

Nilai *flow* yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar karena berada diluar (2-4 mm). Nilai *flow* yang dihasilkan rata-rata kurang dari 2 mm, hal tersebut disebabkan oleh penambahan *fly ash* dan *bottom ash* kedalam campuran aspal dapat meningkatkan kekakuan pada campuran aspal.



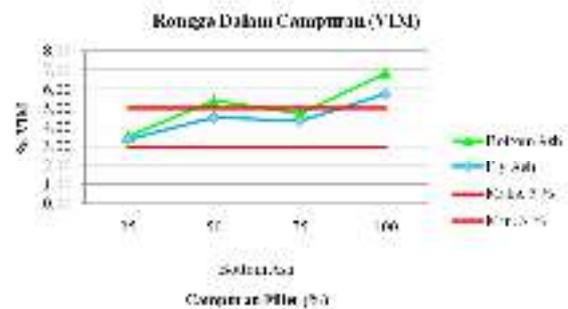
Gambar 3 Garafik VFA campuran variasi *filler*

Nilai VFA yang dihasilkan mengalami penurunan, semakin besar persentase penambahan *fly ash* dan *bottom ash* kedalam campuran aspal maka nilai VFA akan semakin menurun. Penurunan nilai VFA ini disebabkan oleh aspal yang menyerap dan menyelimuti *fly ash* dan *bottom ash*. Akibatnya pemadatan lebih sulit dilakukan karenakan butiran saling menggumpal.



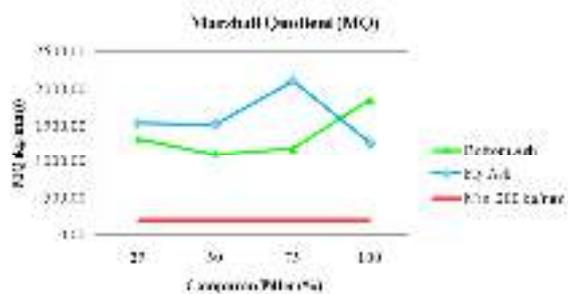
Gambar 4 Garafik VMA campuran variasi *filler*

Peningkatan nilai VMA pada benda uji yang menggunakan *filler fly ash* dan *bottom ash* disebabkan *fly ash* dan *bottom ash* memiliki sifat *pozzoland*. Sifat *pozzoland* yang dimiliki *fly ash* dan *bottom ash* menyebabkan *filler* menggumpal sehingga pemadatan lebih sulit untuk dilakukan.



Gambar 5 Garafik VIM campuran variasi *filler*

Semakin besar persentase penambahan *fly ash* dan *bottom ash* didalam campuran aspal maka semakin besar pula rongga dalam campuran yang dihasilkan hal tersebut disebabkan oleh sifat *pozzoland*. Sifat *pozzoland* yang dimiliki *fly ash* dan *bottom ash* menyebabkan *filler* menggumpal sehingga pemadatan lebih sulit untuk dilakukan.



Gambar 6 Garafik MQ campuran variasi *filler*

Penggunaan *filler fly ash* dan *bottom ash* ini dapat disimpulkan bahwa benda uji memiliki sifat kaku yang di sebabkan oleh material memiliki penyerapan aspal yang lebih tinggi dibandingkan oleh abu batu.

Berdasarkan dari perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan pengganti *filler fly ash* lebih baik dibandingkan dengan penggunaan *filler bottom ash*. Perbandingan pada spesifikasi stabilitas campuran variasi *filler fly ash* ini mengalami peningkatan persentase sebesar 7,78%. Semakin tinggi kadar Karbon (C), Oksigen (O) dan Kalsium (Ca) yang terkandung di dalam *fly ash* dan *bottom ash* maka sifat *pozzoland* yang dihasilkan akan semakin baik sehingga menghasilkan campuran aspal beton yang lebih kuat [8]. Dapat disimpulkan bahwa

penggunaan *filler fly ash* lebih baik dan kuat dibandingkan penggunaan *filler bottom ash*.

#### 4. KESIMPULAN

Pengujian spesifikasi karakteristik material telah memenuhi Standar Bina Marga PU. Tahun 2018.

Stabilitas campuran *fly ash* dan *bottom ash* pada penelitian ini menunjukkan penurunan nilai dengan campuran abu batu. Disebabkan oleh kadar aspal efektif yang digunakan untuk kadar aspal efektif abu batu dan kurang maksimal terhadap material *filler* penganti.

Nilai *flow* yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak memenuhi standarisasi dan nilai yang dihasilkan meningkat seiring dengan banyaknya presentasi *fly ash* dan *bottom ash* yang ditambahkan. Penggunaan kadar aspal efektif abu batu kurang maksimal terhadap material *fly ash* dan *bottom ash*.

Nilai VMA *fly ash* menunjukkan peningkatan nilai sejalan dengan peningkatan variasi *filler* dan lebih mudah untuk dipadatkan dibandingkan dengan *bottom ash*.

Penyerapan aspal terhadap material *filler bottom ash* lebih menyerap dibandingkan dengan *filler bottom ash* yang berdampak pada penurunan nilai VFA, dapat disimpulkan penggunaan *filler fly ash* lebih baik dibandingkan *bottom ash*.

*Bottom ash* lebih menunjukkan nilai rongga dalam campuran yang lebih tinggi, menyebabkan benda uji lebih mudah dimasuki oleh air dan penurunan nilai stabilitas.

Tingginya nilai pada *marshall quotient* dapat di minimalisir dengan penambahan kadar aspal yang efektif terhadap material *fly ash* dan *bottom ash* sawit tersebut.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan

penelitian ini, ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada Faisal ananda, MT selaku ketua Jurusan Teknik Sipil, M. Idham M.Sc selaku Kaprodi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Guswandi, MT selaku Kepala Laboratorium Jalan Raya, dan Lizar, MT selaku Pembimbing Skripsi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mandiri. (2012). *Manual Pelatihan Teknologi Energi*. Jakarta.
- [2] Kurnia, A. Y., Pataras, M., Arliansyah, J., Firmansyah, J., & Chandra, Y. C. (2017). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Dan Abu Tandan Sawit Terhadap Karakteristik Laston Wearing Course Dan Binder Course*. *Simposium II UNIID.Vol.2. TII-054 – 196*.
- [3] PUSBIN-KPK. (2005). *Bahan Perkerasan Jalan*. Jakarta.
- [4] Tahir, A (2009). *Karakteristik Campuran Beton Aspal (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*. *Jurnal SMARTek, Vol. 7, No. 4, Nopember 2009: 256 – 278*.
- [5] Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018*. Jakarta.
- [6] Widyantara. I.G.N dkk (2018). *Stabilitas Marshall Dan Ketahanan Deformasi Warm Mix Asphalt Menggunakan Aditif Zycotherm*. *INERSIA, Vol. XIV No. 1, Mei 2018 : 48-61*.
- [7] Putra. J.S dkk (2019). *Pengaruh Penggunaan Serat Rotan Terhadap Stabilitas Dan Durabilitas Untuk Bahan Tambah Campuran Laston*. *Paulus Civil Engineering Journal. Volume I No.1, 04, September 2019*.
- [8] Lizar. (2017). *Analisis Pengaruh Perbedaan Sumber Fly Ash Dan Bottom Ash Terhadap Karakteristik Perkerasan Lentur*.