



PENGARUH *FILLER* ABU AMPAS TEBU (AAT) DENGAN BAHAN PENGIKAT ASPAL PEN 60/70 PADA CAMPURAN LASTON AC-WC

Febrina Dian Kurniasari^{a,*}, Sofyan M. Saleh^b, Sugiarto Sugiarto^c

^aMagister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^{b,c}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author, email address: febrina.pnl2010@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 23 August 2018 2018

Received in revised form 22 October 2018

Accepted 27 October 2018

Keywords:

Filler, Ash bagasse, Mixed Characteristic, Asphalt Concrete Wearing Course, Stability

ABSTRACT

Cause of occurrence damage and decrease of road pavement strength is low strength and durability in a mixed layer (AC-WC). To overcome this problem, it is necessary to improve the quality of road pavement in aggregate, filler, and asphalt composition. Filler serves to isolate the cavities between the aggregate particles so as to increase the density of the mixture. In general, the filler of stone ash has been used. However, it is important to find for other alternative materials which utilizing waste materials such as dregs of bagasse. The content of silica (SiO₂) in ashes of bagasse is very high, 42.47%, thus it is expected to improve the quality of asphalt mixture. This study aims to determine the effect of using ashes of bagasse over the characteristics of mixed laston layer (AC-WC) with the addition of bagasse ash from 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. This study refers to the 2010 Bina Marga Specification Revision 3 Year 2014. The results show that the addition of ash of bagasse has increased stability value. In general, the characteristic values that meet the requirements are found in the composition of 50% filler ash of bagasse asphalt at 5.87%, VIM value of 4.61%, VMA 18.41%, flow 3.17 mm and stability is 1344, 04 kg.

©2018 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang kebutuhannya di Indonesia terus mengalami peningkatan, seiring meningkatnya jumlah kendaraan. Konstruksi jalan merupakan suatu konstruksi yang menerima beban lalu lintas maka dari itu diharapkan suatu lapisan perkerasan jalan harus memiliki konstruksi perkerasan jalan yang kuat dan mampu menerima beban dari pengguna lalu lintas. Lapisan aspal beton (Laston) merupakan suatu konstruksi perkerasan jalan yang terdiri dari komposisi aspal, agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*). *Filler* atau bahan pengisi dalam campuran aspal beton berfungsi meningkatkan daya ikat aspal beton, sehingga dapat memperbaiki stabilitas campuran dan *filler* dapat mengisi rongga-rongga diantara partikel agregat (Fauziah, 2014). Pada umumnya digunakan *filler* semen *portland* atau abu batu tetapi pada penelitian ini digunakan bahan alternatif lain seperti abu ampas tebu yang dihasilkan dari proses pembakaran ampas tebu yang belum dimanfaatkan dalam dunia industri yang berasal dari pabrik gula di desa Blang Mancung Kabupaten Aceh Tengah. Abu ampas tebu memiliki kandungan *silika* (SiO₂), *aluminat* (Al₂O₃), *Ferrit* (Fe₂O₃) yang merupakan bahan utama untuk pembentuk semen *Portland*.

2. KAJIAN PUSTAKA

Sukirman (2003), mengatakan laston adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang berat. Berdasarkan fungsinya, Laston terdiri dari tiga macam campuran, yaitu Laston lapis aus (AC-WC), Laston lapis pengikat (AC-BC) dan laston lapis pondasi (AC-Base).

Laston lapis aus (AC-WC) merupakan lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapisan ini juga berfungsi sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat air dan cuaca, lapisan aus harus menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

2.1 Aspal

Aspal merupakan material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang aspal berbentuk padat dan akan mencair jika dipanaskan serta pada saat temperatur menurun aspal akan kembali membeku (Zaniewski, 2011). Aspal juga berfungsi sebagai bahan pengikat yang dapat memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat serta sebagai bahan pengisi yang dapat mengisi rongga antara butir-butir agregat (Rianung, 2007).

2.2 Agregat

Agregat merupakan material yang diperoleh dari batu alam ataupun batu pecah melalui proses pemecahan atau penghancuran. Agregat mempunyai fungsi penting dalam perkerasan jalan yang membentuk suatu ikatan yang dapat memberikan kualitas aspal karena agregat merupakan faktor kekuatan utama pada lapisan perkerasan jalan, dimana kadar agregat dalam campuran bahan perkerasan konstruksi jalan pada umumnya berkisar 90% – 95% berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume dari berat total (Wignall, et al, 2003).

2.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan campuran yang mengisi ruang antara agregat halus dan agregat kasar yang akan meningkatkan kepadatan, *filler* adalah bahan yang lolos ayakan no. 200. Bahan pengisis *filler* terdiri dari abu batu, debu batu, serta semen *portland* dan *filler* disyaratkan memiliki berat jenis lebih besar dari aspal (Bina Marga 2010).

2.3.1. Abu Ampas Tebu (AAT)

Abu ampas tebu adalah abu yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu yang sudah diambil niranya, kemudian dibakar sehingga menjadi abu. Abu ampas tebu mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan, yaitu silika (SiO_2) mencapai 42,47%. Berikut komposisi kimia abu ampas tebu yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu

Komposisi Kimia (%)	Lambang	Satuan	Presentase
<i>Sillicon oxide</i>	SiO_2	%	42,47
<i>Aluminium oxide</i>	Al_2O_3	%	1,69
<i>Ferrie oxide</i>	Fe_2O_3	%	1,02
<i>Calcium oxide</i>	CaO	%	5,01
<i>Magnesium oxide</i>	MgO	%	0,58
<i>Berat Jenis</i>	<i>BJ</i>	-	1,83

Sumber: Badan Riset dan Standarisasi Industri Laboratorium Banda Aceh (2017)

2.4 Gradasi Agregat

Gradasi agregat merupakan distribusi partikel-partikel agregat berdasarkan ukurannya yang saling mengisi dan membentuk suatu ikatan yang saling mengunci (*interlocking*) sehingga dapat mempengaruhi stabilitas perkerasan (Mulyono, 2007). Gradasi agregat untuk campuran AC-WC sesuai spesifikasi teknis Bina Marga (2014) adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2.

Spesifikasi Gradasi Agregat Laston Lapis Aus (AC-WC)

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos
ASTM	(mm)	AC-WC
3/4"	19	100
1/2"	12,5	90 – 100
3/8"	9,5	77 – 90
No. 4	4,75	53 – 69
No.8	2,36	33 – 53
No. 16	1,18	21 – 40
No. 30	0,6	14 – 30
No. 50	0,3	9 – 22
No. 100	0,15	6 – 15
No. 200	0,075	4 – 9

Sumber: Bina Marga (2014)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Metode pengujian yang digunakan mengikuti standar Bina Marga. Tahapan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Jenis pengujian sifat-sifat fisis aspal yang dilakukan adalah pengujian konsistensi aspal (pengujian penetrasi, daktilitas), pengujian kepekaan terhadap temperatur (titik lembek), dan pemeriksaan berat jenis aspal.
2. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat yang dilakukan adalah pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, indek kepipihan dan kelonjongan, tumbukan dan keausan.
3. Menghitung perkiraan awal Kadar Aspal Tengah (Pb) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18(\%Filler) + K \quad (1)$$

Dimana:

- P_b = Kadar aspal tengah, persen terhadap berat campuran;
- CA = persen agregat tertahan saringan No.8;
- FA = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200;
- Filler = persen agregat minimal 75% lolos saringan No.200;
- K = konstanta 0,5 – 1 untuk lapis AC (*Asphalt Concrete*).

Nilai Pb yang diperoleh dari penelitian ini adalah 5,5% sehingga benda uji campuran laston AC-WC dibuat pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% dimana masing-masing kadar aspal dibuat 3 benda uji.

3.1. Pembuatan Benda Uji

Benda uji campuran AC-Wc yang dibuat pada penelitian ini terdiri dari 3 kelompok yaitu:

- a. Benda uji dengan variasi kadar aspal untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO).
- b. Benda uji tanpa penambahan *filler* abu ampas tebu pada KAO.

- c. Benda uji dengan substitusi *filler* abu ampas tebu sebesar 25%, 50%, 75% dan 100%
- d. Benda uji dengan dan tanpa substitusi *filler* abu ampas tebu yang menghasilkan karakteristik Marshall terbaik untuk menghitung nilai durabilitas. Banyaknya benda uji untuk mengetahui sifat campuran penentuan KAO dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.

Benda Uji untuk Menentukan KAO rendaman 30 menit

No.	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1	4,5%	A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	3 Buah
2	5,0%	A ₂₁ , A ₂₂ , A ₂₃	3 Buah
3	5,5%	A ₃₁ , A ₃₂ , A ₃₃	3 Buah
4	6,0%	A ₄₁ , A ₄₂ , A ₄₃	3 Buah
5	6,5%	A ₅₁ , A ₅₂ , A ₅₃	3 Buah
Jumlah			15 Buah

Setelah didapat KAO dengan metode overlapping, maka dibuat benda uji pada KAO 5,38%, 5,87% dan 6,35%. Untuk jumlah benda uji tanpa substitusi *filler* abu ampas tebu pada Tabel 4.

Tabel 4.

Benda uji tanpa substitusi abu ampas tebu rendaman 30 menit.

No.	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1	5,38%	B ₁₁ , B ₁₂ , B ₁₃	3 Buah
2	5,87%	B ₂₁ , B ₂₂ , B ₂₃	3 Buah
3	6,35%	B ₃₁ , B ₃₂ , B ₃₃	3 Buah
Jumlah			9 Buah

Jumlah benda uji dengan substitusi *filler* abu ampas tebu (AAT) dan semen *portland* (PC) dapat dilihat pada Tabel 5. di bawah ini:

Tabel 5.

Benda uji dengan *filler* abu ampas tebu dan semen *portland*

No.	Kombinasi Abu Ampas Tebu	<i>Filler</i> PC	Kadar Aspal (%)	Kode Benda Uji	Jumlah
1	25% AAT : 75% PC		KAO _(Bw)	T _{A11} , T _{A12} , T _{A13}	9 Buah
			KAO	T _{A21} , T _{A22} , T _{A23}	
			KAO _(At)	T _{A31} , T _{A32} , T _{A33}	
2	50% AAT : 50% PC		KAO _(Bw)	T _{B11} , T _{B12} , T _{B13}	9 Buah
			KAO	T _{B21} , T _{B22} , T _{B23}	
			KAO _(At)	T _{B31} , T _{B32} , T _{B33}	
3	75% AAT : 25% PC		KAO _(Bw)	T _{C11} , T _{C12} , T _{C13}	9 Buah
			KAO	T _{C21} , T _{C22} , T _{C23}	
			KAO _(At)	T _{C31} , T _{C32} , T _{C33}	
4	100% AAT : 0% PC		KAO _(Bw)	T _{C11} , T _{C12} , T _{C13}	9 Buah
			KAO	T _{C21} , T _{C22} , T _{C23}	
			KAO _(At)	T _{C31} , T _{C32} , T _{C33}	
Jumlah					36 Buah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisis

Hasil pemeriksaan sifat fisis agregat kasar dan halus dari Gampong LeupungBaleu, Kuta Cot Glie Aceh Besar disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6.

Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat Kasar

Sifat-sifat Fisis yang diperiksa	Satuan	Hasil	Spesifikasi BM (2014)
Berat Jenis	-	2,80	Min. 2,5
Penyerapan	%	0,495	Maks. 3
Berat Isi	kg/dm ³	1,609	Min. 1
Indeks Kepipihan	%	19,11	Maks. 25
Indeks Kelonjongan	%	17,68	Maks. 25
<i>Impact</i>	%	6,49	Maks. 30
Keausan	%	21,52	Maks. 40

Tabel 7.

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat Halus (Kabupaten Aceh Besar)

Sifat-sifat Fisis yang diperiksa	Satuan	Hasil	Spesifikasi BM (2014)
Berat Jenis	-	2,80	Min. 2,5
Penyerapan	%	0,70	Maks. 3

Tabel 8.

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Filler Abu Ampas Tebu (AAT)

Sifat-sifat Fisis yang diperiksa	Satuan	Hasil	Spesifikasi BM (2014)
Berat Jenis	-	1,83	Min. 2,5
Penyerapan	%	2,94	Maks. 3

Tabel 9.

Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Aspal Pen. 60/70

Sifat-sifat Fisis Aspal	Aspal Pen. 60/70		Spesifikasi BM (2014)
	Satuan	Hasil	
Berat jenis	-	1,020	Min. 1
Penetrasi	0,1 mm	63,89	60 – 70
Titiklembek,	° C	48	Min.48
Daktilitas, 25° C	Cm	130	Min. 100

4.2 Hasil Pengujian Marshall

Berdasarkan hasil pengujian Marshall yaitu VIM, VMA, VFA, Stabilitas dan *flow* hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 4,5%; 5,0%; 5,5%; 6,0% dan 6,5%, selanjutnya dilakukan analisa untuk memperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh sebesar 5,87%. Kemudian nilai KAO tersebut divariasikan menjadi tiga kadar aspal yaitu 5,38%; 5,87%; dan 6,35%. Ketiga kadar aspal tersebut digunakan untuk pengujian karakteristik campuran AC-WC dengan dan tanpa substitusi *filler* abu ampas tebu (AAT).

Rekapitulasi hasil pengujian Marshall untuk penentuan KAO campuran AC-WC disajikan pada Tabel 10 s/d Tabel 13:

Tabel 10.

Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pen. 60/70

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal(%)					Spesifikasi BM (2014)
	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	
VIM (%)	5,89	6,28	4,80	3,13	2,97	3 – 5
VMA (%)	16,76	18,21	18,02	17,69	18,64	Min. 15
VFA (%)	64,86	65,54	73,40	82,28	84,13	Min. 65
Stabilitas (kg)	1731,44	1869,80	1604,65	1269,26	1068,92	Min. 1000
Flow (mm)	3,37	3,50	3,40	3,30	2,90	2 – 4

Tabel 11.

Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan filler abu ampas tebu dan semen portland pada kadar aspal 5,38%

Karakteristik Campuran	Variasi filler abu ampas tebu dan semen portland(%)					Spesifikasi BM (2014)
	0%	25%	50%	75%	100%	
VIM (%)	4,90	5,71	5,86	6,01	6,28	3 – 5
VMA (%)	17,84	18,43	18,45	18,46	18,62	Min. 15
VFA (%)	72,56	69,05	68,22	67,44	66,27	Min. 65
Stabilitas (kg)	1658,91	1201,55	1274,85	1316,33	1319,96	Min. 1000
Flow (mm)	3,23	3,00	2,90	2,80	2,73	2 – 4

Tabel 12.

Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan filler abu ampas tebu dan semen portland pada kadar aspal 5,87%

Karakteristik Campuran	Variasi filler abu ampas tebu dan semen portland(%)					Spesifikasi BM (2014)
	0%	25%	50%	75%	100%	
VIM (%)	4,17	4,52	4,61	5,46	5,76	3 – 5
VMA (%)	18,29	18,46	18,41	19,02	19,19	Min. 15
VFA (%)	77,22	75,50	74,98	71,33	70,02	Min. 65
Stabilitas (kg)	1444,50	1217,54	1344,04	1346,51	1363,63	Min. 1000
Flow (mm)	3,37	3,20	3,17	3,00	2,93	2 – 4

Tabel 13.

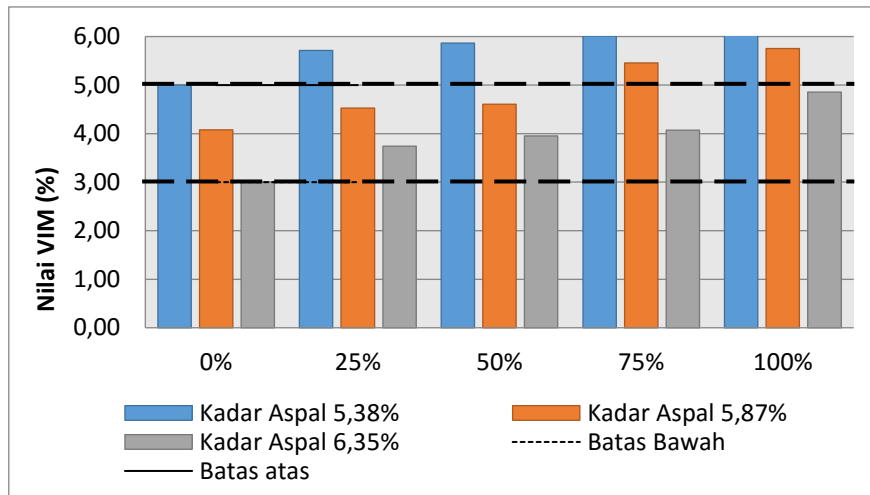
Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan filler abu ampas tebu dan semen portland pada kadar aspal 6,35%

Karakteristik Campuran	Variasi filler abu ampas tebu dan semen portland(%)					Spesifikasi BM (2014)
	0%	25%	50%	75%	100%	
VIM (%)	3,14	3,74	3,96	4,07	4,85	3 – 5
VMA (%)	18,46	18,83	18,88	18,84	19,42	Min. 15
VFA (%)	83,01	80,15	79,05	78,41	75,01	Min. 65
Stabilitas (kg)	1135,22	1197,78	1213,59	1293,70	1300,56	Min. 1000
Flow (mm)	3,53	3,37	3,20	3,13	3,10	2 – 4

4.3. Pembahasan Hasil Pengujian Marshall

a. Pembahasan VIM (*void in the mix*)

Hasil pengujian menunjukkan dengan penambahan variasi *filler* AAT menyebabkan nilai VIM mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena sebagian besar aspal diserap oleh *filler* AAT sehingga mengurangi jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar agregat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai VIM yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 (2014) yaitu 3-5%. Hubungan *filler* abu ampas tebu dengan VIM dapat dilihat pada gambar 1.

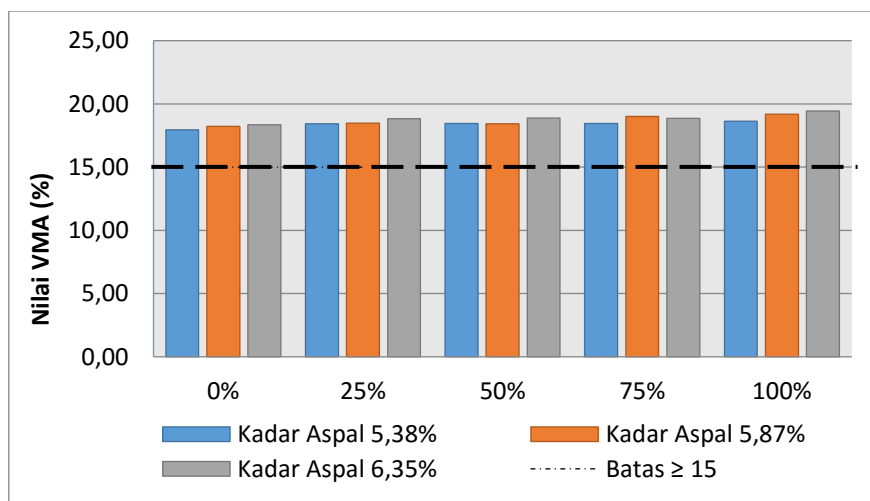


Gambar 1.

Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai VIM

b. Pembahasan VMA (*Void in Mineral Agregat*)

Berdasarkan Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya komposisi *filler* AAT dalam campuran aspal cenderung mengalami peningkatan hal ini disebabkan besar kecilnya nilai VMA dipengaruhi oleh penambahan kadar aspal akan membuat selimut aspal semakin tebal dalam campuran, semakin tebalnya selimut aspal ini dapat menyebabkan naiknya nilai VMA. Hubungan *filler* abu ampas tebu dengan VMA dapat dilihat pada gambar 2.

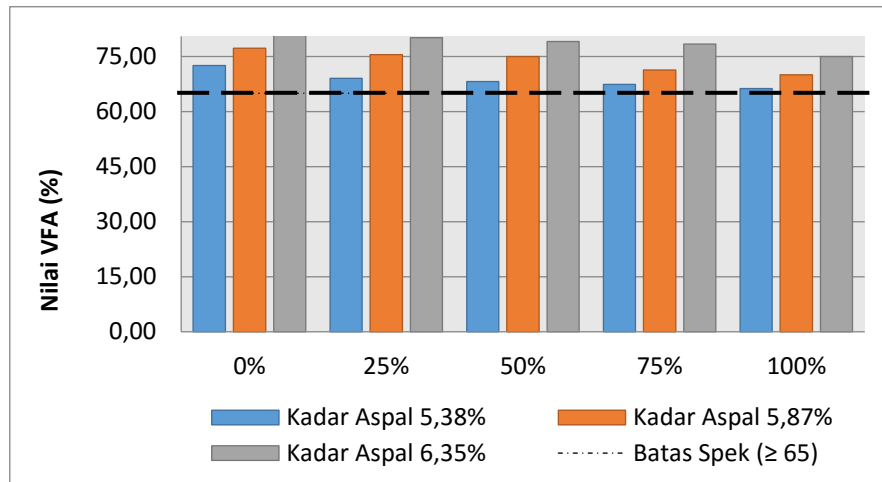


Gambar 2.

Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai VMA

c. Pembahasan VFA

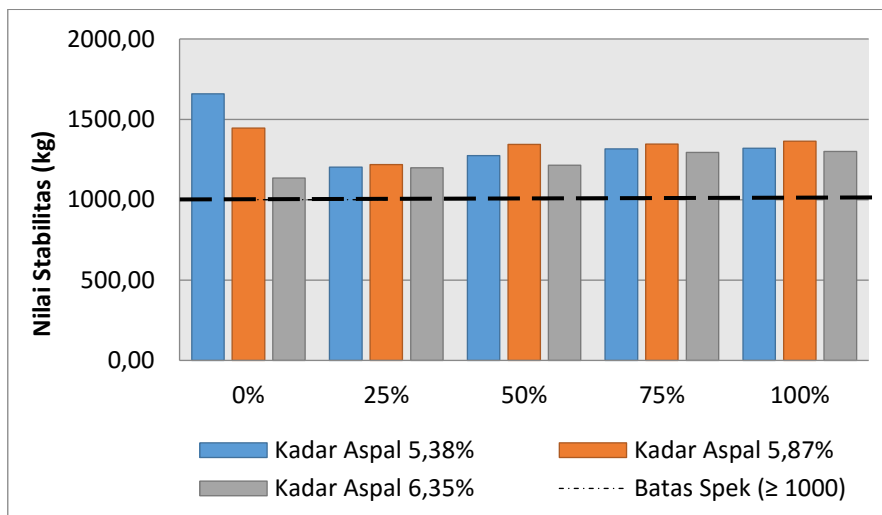
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai VFA semakin menurun seiring dengan bertambahnya komposisi *filler* abu ampas tebu pada campuran aspal hal ini disebabkan karena volume *filler* AAT lebih besar dari semen, sehingga kemampuan aspal untuk menyelimuti agregat menjadi menurun. Nilai VFA dari semua variasi *filler* abu ampas tebu telah memenuhi persyaratan untuk campuran AC-WC yaitu $\geq 65\%$.



Gambar 3.
Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai VFA

d. Pembahasan Stabilitas

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa bertambahnya komposisi *filler* AAT dalam campuran aspal mengalami peningkatan hal ini disebabkan unsur silika yang terdapat dalam *filler* AAT mampu memberikan daya ikat yang kuat antar partikel di dalam campuran.

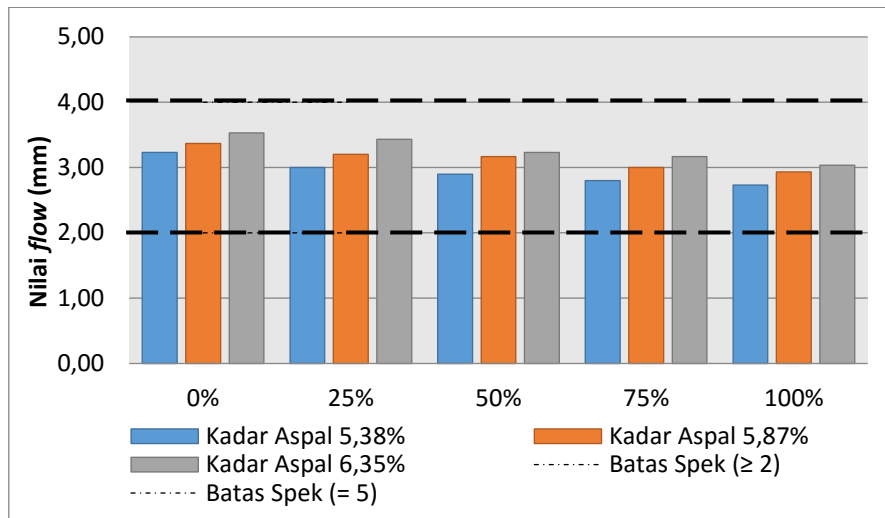


Gambar 4.
Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai Stabilitas

e. Pembahasan *Flow*

Dari Gambar 5 terlihat bahwa nilai *flow* cenderung meningkat dengan bertambahnya jumlah kadar aspal dalam campuran. Semakin tinggi nilai *flow* suatu campuran maka semakin tinggi pula fleksibilitas campuran perkerasan. Pada kadar aspal yang sama dengan komposisi campuran *filler* abu ampas tebu

yang lebih tinggi memiliki nilai *flow* yang lebih rendah yang disebabkan volume butiran abu ampas tebu semakin besar sehingga semakin banyak butiran *filler* AAT yang dapat mengisi celah diantara agregat, sehingga campuran menjadi semakin rapat dan kaku dan memiliki nilai deformasi yang lebih rendah.



Gambar 5.
 Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai *Flow*

4.4. Hasil Perhitungan Nilai Durabilitas

Nilai durabilitas diperoleh dari perbandingan antara stabilitas rendaman 24 jam dengan stabilitas rendamna 30 menit pada suhu 60 °C. Hasil perhitungan nilai durabilitas untuk masing-masing komposisi campuran aspal dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14.
 Rekapitulasi nilai durabilitas untuk masing-masing komposisi campuran aspal

No	Jenis Komposisi Campuran	Rendaman 30 menit	Rendaman 24 jam	Nilai Durabilas (%)
a	B	c	d	$e = (d/e) \times 100$
1	Campuran Standar Agregat Leupung Baleu Aceh Besar	1.478,12	1.464,09	95,86
2	Campuran dengan <i>filler</i> abu ampas tebu dan semen <i>portland</i>	1.359,85	1.306,14	96,05

Nilai durabilitas untuk campuran tanpa substitusi dan dengan substitusi *filler* abu ampas tebu masing-masing adalah 95,86% dan 96,05%. Dari hasil penelitian terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai durabilitas pada campuran dengan substitusi filler abu ampas tebu namun nilai durabilitasnya masih memenuhi persyaratan yang di tentukan oleh spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 tahun 2014 yaitu > 90. Peningkatan nilai durabilitas pada campuran AC-WC disebabkan karena abu ampas tebu memiliki kandungan silika yang tinggi seperti diketahui bahwa silika dalam campuran aspal dapat meningkatkan nilai durabilitas campuran.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan abu ampas tebu (AAT) sebagai filler pada campuran aspal beton (AC-WC) yang menggunakan aspal pen 60/70 memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3 (2014).

2. Berdasarkan hasil pengujian komposisi terbaik campuran aspal dengan kombinasi *filler* abu ampas tebu dan semen *portland* diperoleh pada komposisi 50% pada kadar aspal 5,87% dengan nilai stabilitas yaitu 1342,74 kg.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini untuk campuran AC-WC dengan variasi abu ampas tebu sebagai filler digunakan bahan pengikat aspal pen 60/70 dan untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk dilakukan variasi yang berbeda terhadap abu ampas tebu dan dengan bahan pengikat Retona Blend 55 sehingga dapat diketahui perbandingan antara campuran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014, *Spesifikasi Umum Bidang Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2010 Revisi 3 Divisi 6*. Kementerian Pekerjaan Umum Indonesia.
- Fauziah, 2014, *Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Filler Pengganti Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Superpave*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hendra, 2012, *Pengaruh Penambahan Filler Abu Ampas Tebu Pada Campuran Aspal Terhadap Sifat Marshall*, Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Medan, Volume 1 Nomor 1, Desember 2012.
- Isnanda, 2017, *Pengaruh Substitusi Polystyrene (PS) Dan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Vol. 1, No. 3, Januari 2018.
- Muchtar Syarkawi, 2011, *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton*, Majalah Ilmiah Al-Jibra, April 2011, Volume 12 Makassar.
- Mulyono, T, 2007, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Rianung, S, 2007, *Kajian Laboratorium Pengaruh Bahan Tambah Gondorukem Pada Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Nilai Stabilitas Marshall dan Durabilitas*, Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
- Sukirman, S, 2003, *Campuran Beraspal Panas*, Penerbit Granit, Bandung.
- Wignall, et al. 2003, *Proyek Jalan Teori dan Praktek*, Edisi- 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Zaniewski, J.P, 2004, *Evaluation of Indirect Tensile Strength to Identify Asphalt Concrete Rutting Potential*, Asphalt Technology Program, Department of Civil and Environmental Engineering West Virginia University, West Virginia.