

Penggunaan Abu Cangkang Siput Sebagai *Filler* Pada Lapisan Asphalt AC-BC

Edito Dwi Antoro¹

Abstract

The snail shell in the Bai Island Region of Bengkulu City is very large, if we don't use it offensively it will disturb the surrounding environment because it is left scattered on the riverbank. As for the efforts to utilize this waste, one of which is the most likely one we can use is the use of this snail shell for replacing fillers in the Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) mixture.

The purpose of this research is to determine the characteristics of a mixture of AC-BC layers with fillers from snail shell ash waste in the Bai Island area of Bengkulu City, while the parameters used are as follows: Stability, Flow, Marshall Quotient, cavities in the mixture (VIM), intermediate cavity (VMA), asphalt filled cavity (VFA) and evaluate the performance of the mixture against the specifications required for AC-BC coated concrete mixtures.

The results obtained stability value of 0% snail shell ash is 1036.3 kg. The stability value using snail fly ash 50% 964.8 kg. The stability value of snail shell ash is 100% 880.9 kg. While the flow in the mixture of 0% snail fly ash is 3.4 mm. The flow value of 50% snail shell ash is 3.7 mm and 100% flow of snail shell ash is 3.3 mm.

From this research, obtained by using snail shell ash shows that the value of stability has decreased with the increasing number of snail shell ash but still fulfills the requirements of the 2010 General Highways specifications with a requirement value of > 800 kg. The flow value also shows that the mixture meets the requirements of the 2010 Bina Marga General specifications with a requirement value of > 3 mm, although the flow value has decreased, but in 50% of snail shell ash the flow value has increased by 3.7 mm.

Keywords: Snail Shell Ash, AC-BC, Marshall test.

Pendahuluan

Tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan tahan, tanpa adanya deformasi yang berarti terhadap beban roda. Untuk itu perlu lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda, atau lapis paling atas dari badan jalan. Pada umumnya konstruksi perkerasan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Dalam perkembangan dan ilmu teknologi, selanjutnya adanya penambahan berbagai bentuk perkerasan yang lainnya, seperti perkerasan komposit, perkerasan beton *prestress*, cakar ayam, dan conblok.

Perkerasan lentur dalam jalan raya mempunyai jenis yang berbeda-beda. Lapisan aspal beton (Laston) merupakan bagian dari perkerasan lentur. Lapis Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis *Asphalt*

Concrete Wearing Course (AC-WC), AC Lapis Antara *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dan AC Lapis Pondasi *Asphalt Concrete Base* (AC-Base).

Campuran aspal panas *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) bahan penyusun terdiri dari agregat halus, agregat kasar, aspal, dan *filler*. Di kota Bengkulu terdapat banyak sekali cangkang siput yang banyak orang disekitar belum mengetahui bagaimana cara memanfaatkannya. Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin lama harga kebutuhan pokok semakin melambung tinggi, untuk itu peneliti mencoba untuk mencari alternatif bahan yang dapat digunakan sebagai bahan *filler* (pengganti) pada campuran semen Portland. Dalam cangkang siput terdapat kandungan kapur (CaO) dan Silika (SiO₂). Maka dari itu peneliti akan mencoba/mencari alternatif *filler* sebagai bahan pengisian aspal. Karena

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020

dalam cangkang siput terdapat kandungan sama seperti dengan kandungan yang terdapat dalam semen Portland.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan dasar berupa abu cangkang siput yang didapatkan dari Pulau Bai Provinsi Bengkulu. Yang kemudian di bakar dan digiling halus hingga menjadi abu, dan kemudian disaring Menggunakan Saringan No. 200.

Dalam usaha pencapaian tujuan penelitian, maka untuk menganalisis data digunakan metode *Marshall* untuk memperoleh data-data:

- a. Stabilitas
Didapat dengan membaca jarum setabilitas pada alat Marshall. Semakin tinggi nilai semakin baik kadar agregat yang terkandung di dalam campuran.
- b. Kelelahan plastis (*flow*)
Flow merupakan nilai yang didapat dengan membaca jarum penurunan (*flow*) pada alat Marshall. Nilai *Flow* menunjukkan kelenturan aspal.

Tabel 1. Hasil pengujian analisis saringan agregat kasar (CA) Benda uji 1

No. Saringan	Berat Masing2 Tertinggal (gr)	Berat Jumlah Tertinggal (gr)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Jumlah Melalui (%)	Persen Jml melalui rata-rata (%)
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	74,00	74,00	1,35	98,65	98,72
1/2"	2082,00	2156,00	39,39	60,61	58,70
3/8"	1606,00	3762,00	68,72	31,28	30,73
No.4"	1321,00	5083,00	92,86	7,14	7,46
No.8	239,00	5322,00	97,22	2,78	3,07
No.16	36,00	5358,00	97,88	2,12	2,46
No.30	22,00	5380,00	98,28	1,72	2,05
No.50	19,00	5399,00	98,63	1,37	1,67
No.100	25,00	5424,00	99,09	0,91	1,20
No.200	21,00	5445,00	99,47	0,53	0,37
PAN	29,00	5474,00	100,00	0,00	0,00

- c. Kuosien *Marshall* yaitu: penambahan nilai stabilitas dan *flow*.
- d. VIM (*Voids In Mixture*)
- e. VMA (*Voids In The Mineral Aggregate*)

Analisis Hasil

Hasil pengujian agregat ini meliputi agregat kasar, sedang, dan abu batu. Pengujian bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik agregat sebelum digunakan sebagai bahan campuran aspal. Salah satu kesalahan dalam mengambil benda uji ini maka akan berpengaruh sangat patal dalam pelaksanaan pengujian, maka kita harus hati-hati dalam pengambilan dan pengujian benda uji.

A. Agergat Kasar (CA)

Analisis yang digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar yaitu pembagian ukuran butiran yang dinyatakan dalam persen dan berat total. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dari agregat yang sama, kemudian di ambil rata-rata dari pengujian ini.

Tabel 2. Hasil pengujian analisis saringan agregat kasar (CA) Benda uji 2

No. No 30	Berat Masing2 Tertinggal (gr)	Berat Jumlah Tertinggal (gr)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Jumlah Melalui (%)	Keterangan
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/4"	66,00	66,00	1,22	98,78	
1/2"	2279,00	2345,00	43,21	56,79	
3/8"	1444,00	3789,00	69,82	30,18	
No.4"	1216,00	5005,00	92,22	7,78	
No.8	239,00	5244,00	96,63	3,37	
No.16	31,00	5275,00	97,20	2,80	
No.30	23,00	5298,00	97,62	2,38	
No.50	22,00	5320,00	98,03	1,97	
No.100	26,00	5346,00	98,51	1,49	
No.200	70,00	5416,00	99,80	0,20	
PAN	11,00	5427,00	100,00	0,00	

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020

Tabel 3. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar (CA)

PENGUJIAN		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering (A)	gr	1288,92	1115,3	1202,130
Berat contoh JKP (B)	gr	1341,9	1163,6	1252,770
Berat contoh dalam air (C)	gr	805	695,3	750,145
- Berat jenis kering	$\frac{A}{B-C}$ gr/cc	2,40	2,38	2,39
- Berat jenis kering JKP	$\frac{B}{B-C}$ gr/cc	2,50	2,48	2,49
- Berat jenis semu	$\frac{A}{A-C}$ gr/cc	2,66	2,66	2,66
- Peresapan (%)	$\frac{B-A}{A} \times 100$	4,11	4,33	4,22

B. Agregat Sedang (MA)

Pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pengujian untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam tabel atau grafik Hasil pengujian ini digunakan terutama untuk menentukan gradasi agregat yang akan digunakan sebagai lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas.

Tabel 4. Hasil pengujian agregat sedang/halus kasar (MA) Benda uji 1

No. Saringan	Berat Masing2 Tertinggal (gr)	Berat Jumlah Tertinggal (gr)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Jumlah Melalui (%)	Persen Jml melalui rata-rata (%)
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	100
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	100
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No.4"	930,00	930,00	45,58	54,42	54,73
No.8	1104,00	2034,00	99,69	0,31	0,23
No.16	3,00	2037,00	99,83	0,17	0,13
No.30	1,00	2038,00	99,88	0,12	0,09
No.50	0,30	2038,30	99,90	0,10	0,08
No.100	0,10	2038,40	99,90	0,10	0,07
No.200	1,00	2039,40	99,95	0,05	0,04
PAN	1,00	2040,40	100,00	0,00	0,00

Tabel 5. Hasil pengujian agregat sedang/halus kasar (MA) Benda Uji 2

No 16 Saringan	Berat Masing2 Tertinggal (gr)	Berat Jumlah Tertinggal (gr)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Jumlah Melalui (%)	Keterangan
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	
No.4"	909,00	909,00	44,96	55,04	
No.8	1110,00	2019,00	99,86	0,14	
No.16	1,00	2020,00	99,91	0,09	
No.30	0,50	2020,50	99,93	0,07	
No.50	0,30	2020,80	99,95	0,05	
No.100	0,10	2020,90	99,95	0,05	
No.200	0,50	2021,40	99,98	0,02	

Tabel 6. Hasil pengujian berat jenis agregat sedang/halus kasar (MA)

PENGUJIAN		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering (A)	gr	987,72	979,1	1477,25
Berat contoh JKP (B)	gr	1013,54	1004,9	1515,99
Berat contoh dalam air (C)	gr	631,03	625,2	943,62
- Berat jenis kering	$\frac{A}{B-C}$ gr/cc	2,58	2,58	2,58
- Berat jenis kering J	$\frac{B}{B-C}$ gr/cc	2,65	2,65	2,65
- Berat jenis semu	$\frac{A}{A-C}$ gr/cc	2,77	2,77	2,77
- Peresapan (%)	$\frac{B-A}{A} \times 100$	2,61	2,64	2,63

C. Agregat Halus (Abu)

Cara persiapan benda uji, peralatan, dan cara pengujian berat jenis dan penyerapan pada tanah jenis agregat halus, yaitu lolos saringan No. 4 (4,75 mm). Pada pengujian ini, agregat halus digunakan berupa abu batu berfungsi sebagai bahan pengisi.

Tabel 7. Hasil pengujian agregat halus (Abu) benda uji 1

No. Saringan	Berat Masing2 Tertinggal (gr)	Berat Jumlah Tertinggal (gr)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Jumlah Melalui (%)	Persen Jml melalui rata-rata (%)
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No.4"	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No.8	15,00	15,00	2,23	97,77	98,63
No.16	21,00	36,00	5,35	94,65	91,54
No.30	212,00	248,00	36,85	63,15	62,36
No.50	176,00	424,00	63,00	37,00	38,35
No.100	132,00	556,00	82,62	17,38	20,21
No.200	72,00	628,00	93,31	6,69	9,58
PAN	45,00	673,00	100,00	0,00	0,00

Tabel 8. Hasil pengujian agregat halus (Abu)

No. Saringan	Berat Masing2 Tertinggal (gr)	Berat Jumlah Tertinggal (gr)	Persen Jumlah Tertinggal (%)	Persen Jumlah Melalui (%)	Keterangan
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	
No.4"	0,00	0,00	0,00	100,00	
No.8	4,00	4,00	0,51	99,49	
No.16	87,00	91,00	11,58	88,42	
No.30	211,00	302,00	38,42	61,58	
No.50	172,00	474,00	60,31	39,69	
No.100	131,00	605,00	76,97	23,03	
No.200	83,00	688,00	87,53	12,47	
PAN	98,00	786,00	100,00	0,00	

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020

Tabel 9. Hasil pengujian berat jenis agregat halus (Abu)

NOMOR PERCOBAAN	SATUAN	I	II	NOTASI
Berat contoh JKP	g	544,2	540,93	Bj
Berat picnometer + air	g	669,8	667,01	Ba
Berat picnometer + air + contoh	g	978,7	971,18	Bt
Berat contoh kering	g	501,5	500,06	Bk

HASIL PENGUJIAN	RUMUS	I	II	Rata-rata
Berat jenis kering	$\frac{Bk}{Ba+Bj-Bt}$	2,13	2,11	2,12
Berat jenis jenuh kering permukaan	$\frac{Bj}{Ba+Bj-Bt}$	2,31	2,28	2,30
Berat jenis semu	$\frac{Bk}{Ba+Bk-Bt}$	2,60	2,55	2,58
Peresapan (%)	$\frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100$	8,53	8,17	8,35

D. Pengujian Aspal

Hasil pengujian mutu aspal penetrasi 60/70 dapat dilihat pada Tabel 10 dari hasil yang didapat bahwa aspa l

tersebut layak digunakan sebagai bahan campuran perkerasan aspal dan memenuhi persyaratan yang ditentukan

Tabel 10. Hasil pengujian berat jenis agregat halus (Abu)

No	Karakteristik	Satndar pengujian	Hasil uji	Syarat
1.	Penetrasi (25°C)	SNI 06-2456-1991	67,8	60-70
2.	Titik lembek (°C)	SNI 06-2456-1991	55°C	48-58
3.	Titik nyala & titik bakar (°C)	SNI 06-2456-1991	345°C & 355°C	Min 200

E. Perencanaan Campuran AC-BC

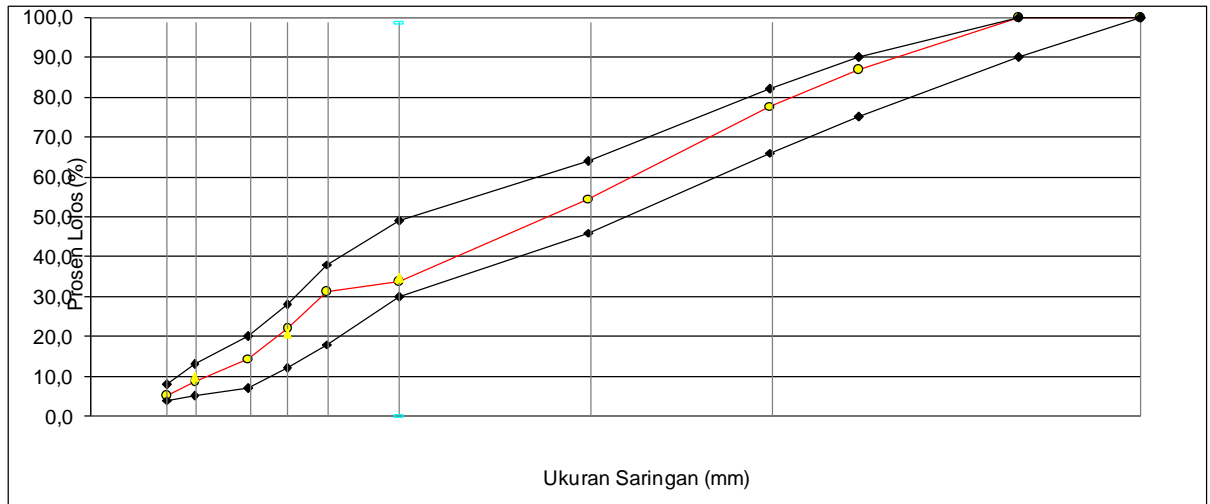
Setelah semua penelitian bahan selesai dilaksanakan, baik gradasi, berat jenis penyerapan, maka kita masukan ke

dalam from perencanaan komposisi campuran Aspal AC-BC, adapun from campuran AC-BC ini dapat kita lihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 11. Perencanaan komposisi campuran AC-BC

Pasir	Ukuran saringan										
	1" mm	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No.8	No.16	No.30	No.50	No.100	No.200
	25,4	19	12,7	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,149	0,075
Data material											
Agregat Kasar (1,0-2,0)	100,00	100,00	58,70	30,73	7,46	3,07	2,46	2,05	1,67	1,20	0,370
Agregat Sedang (0, 5-1,0)	100,00	100,00	100,00	100,00	54,73	0,23	0,13	0,09	0,08	0,07	0,040
Abu Batu (0-0,5)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,63	91,54	62,36	38,35	20,21	9,580
Filler	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,000
Komposisi campuran											
Agregat Kasar (1,0-2,0) 32%	32,00	32,00	18,78	9,83	2,39	0,98	0,79	0,66	0,53	0,38	0,118
Agregat Sedang (0, 5-1,0) 35%	35,00	35,00	35,00	35,00	19,16	0,08	0,05	0,03	0,03	0,02	0,014
Abu Batu (0-0,5) 31%	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	30,58	28,38	19,33	11,89	6,27	2,970
Filler 2%	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,960
Total Campuran 100%	100,00	100,00	86,78	77,83	54,54	33,64	31,21	22,02	14,45	8,67	5,062
Spec.gradasi											
max	100,0	100,0	90,0	82,0	64,0	49,0	38,0	28,0	20,0	13,0	8,0
min	100,0	90,0	75,0	66,0	46,0	30,0	18,0	12,0	7,0	5,0	4,0

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020



Gambar 1. Kurva Gradasi Agregat Campuran AC-BC

E. Penentuan Kadar Aspal Otimum

Perhitungan kadar aspal tengah/ideal dapat dilihat di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 P &= 0.035 (\%CA) + 0.045 (\%FA) + \\
 &\quad 0.18 (\% \text{ filler}) + K \\
 &= 0.035 (66.36) + 0.045 (28.58) + \\
 &\quad 0.18 (5.06) + 1 \\
 &= 5,5 \%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan nilai $P = 5,5\%$ untuk mendapatkan kadar aspal optimum, maka dibuat benda uji dengan rentang 2 kadar aspal dibawah kadar aspal tengah/ideal dan 2 rentang kadar aspal dengan variasi 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5%.

Nilai rata-rata kadar aspal karakteristik Marshall dengan kadar 0% Cangkang siput dapat dilihat pada Tabel 12:

Tabel 12. Nilai rata-rata pengujian marshall untuk mencari nilai KAO

Kadar Aspal	VMA (%)	VFA (%)	VIM (%)	FLOW (mm)	Stabilitas (Kg)	MQ (Kg/mm)
4,5	17,88	48,06	9,29	3,5	853,3	243,8
5,0	14,83	68,27	4,72	3,35	1039,80	310,40
5,5	16,10	69,20	4,96	3,43	1036,3	302,10
6,00	15,74	78,83	3,35	3,05	1001,3	328,3
6,50	16,69	80,79	3,24	3,05	931,7	307,30
Spesifikasi BM 2010 Revisi I Divisi 6	Min 14%	Min 63%	3 - 5 %	Min 3mm	Min 800 Kg	Min 250 Kg/mm

F. Penggantian Cangkang Siput Terhadap Karakteristik Marshall

Pengujian ini dilakukan setelah nilai KOA didapat, selanjutnya pembuatan benda uji dengan penggantian cangkang siput yaitu perbandingan 50%:50% dan 0%:100% benda uji masing-masing 3 buah. Adapun hasil pengujian Marshall pada setiap variasi ini adalah sebagai berikut

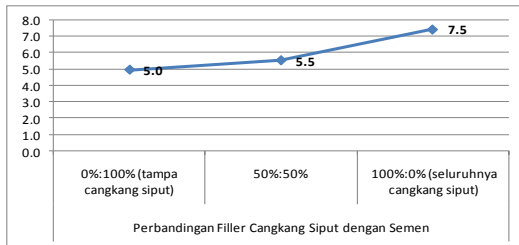
Tabel 13. nilai rata-rata pengujian Marshall untuk setiap penggantian filler

Kao (%)	Karakteristik Marshall	Perbandingan Filler Cangkang Siput dengan Semen			Spesifikasi BM. 2010
		0%:100% (tampa cangkang siput)	50%:50%	100%:0% (seluruhnya cangkang siput)	
5,5	VIM	5,0	5,5	7,5	3,5%-5,5%
5,5	VFA	69,2	66,7	59,3	Min 65%
5,5	Stabilitas	1036,3	964,8	880,9	Min 800kg
5,5	Flow	3,4	3,7	3,3	Min 3 mm
5,5	VMA	16,1	16,6	18,3	Min. 15 %
5,5	MQ	302,1	258,9	266,9	Min. 250 (kg/mm)

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020

G. VIM (Void In Mixture)

Vim untuk mengetahui persentase volume pori yang masih tersisa setelah campuran aspal dipadatkan. Hasil pengujian VIM dapat dilihat pada gambar 2:

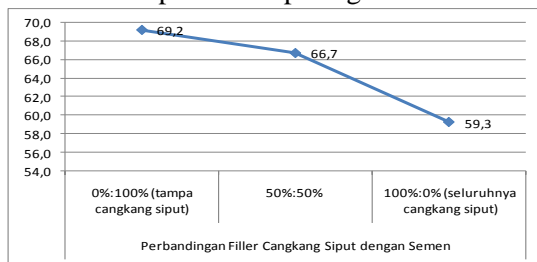


Gambar 2. Grafik penggantian Cangkang siput terhadap (VIM)

Pada Gambar 2 terlihat bahwa perbandingan dengan menggunakan cangkang siput dengan semen 50% : 50% masih memenuhi persyaratan, bearti kalau seluruhnya menggunakan cangkang siput nilai VIM semakin tinggi.

H. VFA (Void Filled by Asphalt)

VFA untuk mengetahui persentase volume pori-pori diantara butir agregat yang terisi oleh aspal pada beton aspal. Hasil pengujian terhadap VFA dapat dilihat pada gambar:

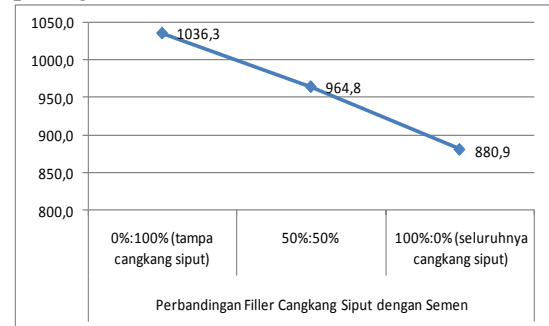


Gambar 3. Grafik penggantian Cangkang siput terhadap (VFA)

Pada gambar terlihat bahwa penggantian *filler* mengalami penurunan pada nilai VFA, hal ini pengaruh cangkang siput mengakibatkan volume pori-pori di antara butir agergat yang terisi oleh aspal mengalami penutunan.

I. Stabilitas

Untuk mengetahui kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur dan *beleeding*. Hasil pengujian stabilitas dapat dilihat pada gambar 4:

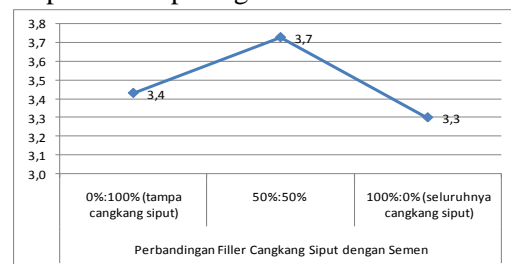


Gambar 4. Grafik penggantian Cangkang siput terhadap (Stabilitas)

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa penggantian dengan cangkang siput mengalami penurunan tetapi masih batas yang disyaratkan pada spesifikasi yaitu 800 kg. Dapat disimpulkan dengan penggantian cangkang siput dapat menimbulkan penurunan nilai stabilitas.

J. Kelelahan (Flow)

Untuk menunjukkan nilai kelenturan campuran aspal sehingga mampu mengikuti deformasi akibat beban yang terjadi. Hasil pengujian *flow* dapat dilihat pada gambar 5.



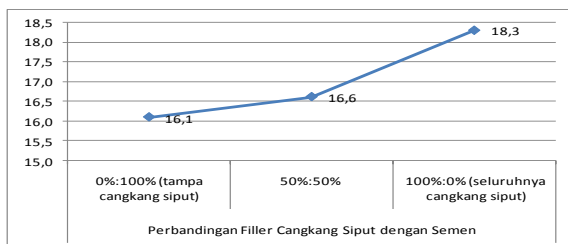
Gambar 5. Grafik penggantian Cangkang siput terhadap (Flow)

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa penggantian cangkang siput 50% mengakibatkan nilai *flow* naik dan kalau menggunakan seluruh cangkang siput nilai *flow* turun tetapi masih didalam syart spesifikasi bina marga tahun 2010.

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020

K. VMA (Void In Meneral Agregat)

VMA yaitu persentase volume pori didalam campuran aspal jika seluruh selimut aspal padat ditiadakan. Tidak termasuk didalamnya volume pori masing-masing agregat. Hasil pengujian VMA dapat dilihat pada gambar 6:

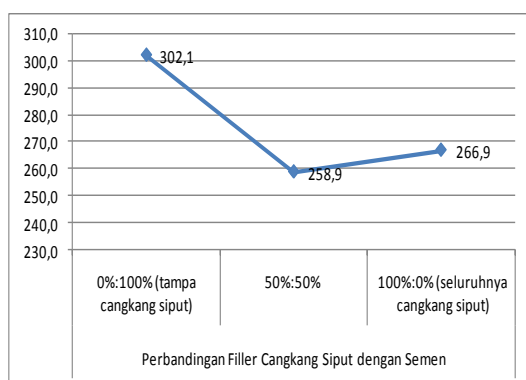


Gambar 6. Grafik penggantian Cangkang siput terhadap (VMA)

Pada gambar terlihat bahwa nilai VMA mengalami peningkatan semakin banyak cangkang siput semakin tinggi nilai VMA yang didapat.

L. MQ (Marshall Quotient)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) merupakan nilai perbandingan setabilitas terhadap *flow* dengan satuan kg/mm. Nilai MQ dihubungkan dengan daya tahan perkerasan terhadap deformasi. Hasil perhitungan nilai MQ dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik penggantian Cangkang siput terhadap (MQ)

Dari Gambar 7 terlihat bahwa dengan penggantian cangkang siput nilai MQ menurun pada setengah campuran cangkang dengan semen tetapi pada seluruhnya cangkang siput nilai MQ naik

kembali, tetapi masih memenuhi standar bina marga 2010 yaitu nilai MQ 250 kg/mm.

Kesimpulan

Dari penelitian dan pembahasan mengenai penggantian *filler* Cangkang siput dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi penggunaan agregat pada campuran AC-BC dalam pengujian ini digunakan 32% Agregat Kasar, 35% Agregat Sedang, 31% Abu Batu dan 2% *filler*.
2. Pada penelitian ini digunakan kadar aspal 5,5% dan komposisi penggantian cangkang siput yaitu: 0% cangkang siput 100% semen, 50% cangkang siput 50% semen, 100% cangkang siput 0% semen.
3. Dari hasil pengujian yang didapat bisa digunakan tetapi nilai stabilitas dan *flow* mengalami penurunan tetapi dalam pengujian masih pada batas yang disyaratkan oleh spesifikasi Bina Marga tahun 2010.

Daftar Pustaka

Sukirman S, 1999. *Perkersan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung.

Sukirman S, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit. Jakarta

Bina Marga. 2010 *Sepesifikasi Bidang Jalan Dan Jembatan*. Jakarta. Direktorat Bina Teknik.

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020

_____1989 Revisi SNI 03-1737. Pedoman Tentang “Pelaksanaan lapis campuran beraspal panas” adalah pengganti dari SNI 03-1737-1989, Tata cara pelaksanaan lapis aspal beton (LASTON) untuk jalan raya: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.

_____1990, SNI 03-1968. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum. Bandung.

_____1991SNI 03-2417. *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum. Bandung.

_____1991, Revisi SNI 06-2434. *Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball)*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2020