

Studi Penggunaan Bonggol Jagung (*Fruventum Cobs*) Sebagai *Filler* Terhadap Karakteristik AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*)

*Study on the Use of Fruventum Cobs as Filler on the Characteristics
of AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*

Andi Batari^{1,a)}, Andi Erdiansa²⁾, Andi Ulif Tunru³⁾, Syukur⁴⁾

^{1,2,3,4)} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

Koresponden : ^{a)}andibatari@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Pemilihan bahan yang digunakan dalam pembuatan jalan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas jalan, yaitu aspal, agregat dan bahan pengisi (*filler*). Dalam mendukung pelestarian alam, maka muncul ide untuk memanfaatkan bahan limbah dari aktivitas manusia sebagai bahan pengganti filler yaitu abu bonggol jagung (*Fruventum Cobs*). Pemanfaatan bonggol jagung diharapkan dapat mengurangi jumlah limbah yang mencemari lingkungan. Tujuan dilakukan penelitian ini agar mengetahui kelayakan bonggol jagung sebagai bahan filler. Serta, mengetahui nilai karakteristik dari penggunaan bonggol jagung sebagai filler dengan variasi 0%, 20%, 40%, dan 60%. Adapun batu pecah yang dipakai berasal dari quarry Bili-Bili dan bonggol jagung diambil di Kabupaten Soppeng. Cara yang dipakai dalam penelitian ini diantaranya analisis laboratorium pengujian agregat, aspal dan filler yang menghasilkan benda uji. Selanjutnya, penggunaan marshall test pada benda uji dilakukan untuk mendapatkan nilai KAO dan substitusi kelayakan filler bonggol jagung. Adapun, hasil dari pengujian pada benda uji terhadap karakteristik filler arang bonggol jagung sebagai bahan substitusi filler diperoleh nilai (KAO) yaitu 5,98. Selain itu, kadar filler arang bonggol jagung yang layak digunakan ialah variasi 20% dengan nilai VIM, VMA, VFB, Stabilitas dan Flow memenuhi spesifikasi bina marga 2018. Hasil penelitian ini diharapkan berguna dalam mengurangi jumlah limbah, serta sebagai referensi penelitian selanjutnya.

Kata Kunci : Arang Bonggol Jagung, *Filler*, AC-BC, *Marshall Test*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan adalah pondasi penting untuk mendapat kesejahteraan publik sebagai infrastruktur awal dalam penyajian publik serta penggunaan sumber daya ekonomi ibarat point dari sistem transportasi nasional melintasi perluasan daerah supaya terjadi hubungan antar pusat aktivitas, kesetimbangan dan kesetaraan pembangunan antar daerah dalam kesatuan ekonomi nasional (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2022).

Pilihan material yang digunakan saat membangun jalan sangat memengaruhi kualitas jalan; aspal, agregat, dan bahan pengisi (*filler*) adalah bahan utama yang digunakan saat membangun jalan. Pilihan material ini sangat memengaruhi kualitas jalan. Memenuhi persyaratan dan spesifikasi Bina Marga 2018 adalah bagian penting dari proses pembangunan jalan.

Sangat disarankan saat ini untuk mendukung pelestarian alam melalui penggunaan sumber daya alam terbarukan. Maka dari itu muncul ide untuk memanfaatkan bahan limbah atau bahan sisa dari aktivitas manusia untuk mengganti bahan filler dalam campuran aspal yaitu arang

Bonggol Jagung (*Fruentum Cobs*). Ini dapat mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke alam. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia didapatkan bahwa pada 5 tahun terakhir rata-rata jumlah produksi jagung di Provinsi Sulawesi Selatan berkisar 1.953.505 ton.

Bonggol jagung (*Fruentum Cobs*) memiliki kandungan selulosa 69,937%, kandungan lignin 9,006% dan kadar selulosa 13,979% (Sari et al., 2018). Selain itu didapatkan juga kandungan bonggol jagung yaitu hemisulosa 20,91%, a-selulosa 26,81% dan lignin 15,52% (Septiningrum & Apriana, 2011). Serta, kandungan silika dalam bonggol jagung lebih tinggi dibandingkan dengan semen, kandungan silika dalam semen ialah 19% - 25% (Saing, 2008).

(Sau'langi Arjuna Sanda et al., 2021) dalam penelitiannya bonggol jagung mampu digunakan sebagai bahan tambah (*filler*) lantaran bonggol jagung yang telah menjadi abu yang melewati saringan No.200 dan tertahan di PAN dapat digunakan sebagai bahan tambah. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa arang Bonggol Jagung (*Fruentum Cobs*) dengan kadar 0% sampai 60% memenuhi standar Bina Marga 2018 dalam campuran aspal AC-WC.

Dari penjalaran tersebut, akan dilakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan arang bonggol jagung (*Fruentum Cobs*) sebagai bahan *filler*, serta mengetahui nilai karakteristik dari penggunaan arang bonggol jagung sebagai *filler* dengan variasi 0%, 20%, 40%, dan 60%. Diharapkan dari penelitian ini dapat diketahui karakteristik aspal AC-BC dengan kadar aspal 5,98gram dan kadar bahan pengisi

0%, 20%, 40% dan 60% untuk menemukan variabel perubahan kekuatan yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan dan Aspal PNUP (Politeknik Negeri Ujung Pandang).

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan disesuaikan dengan prosedur serta disediakan oleh Laboratorium Jalan dan Aspal PNUP (Politeknik Negeri Ujung Pandang).

Bahan Penelitian

Agregat kasar (batu pecah 2-3, 1,2 dan 0,5-1) dari Quarry PT.Catur Bili-Bili, Kabupaten Gowa. Agregat halus (abu batu) dari Quarry PT. Catur Bili-Bili, Kabupaten Gowa. Bili-Bili Bonggol jagung di Kabupaten Soppeng.

Prosedur Rancangan Campuran

Setelah dilakukan uji pada karakteristik agregat yang kasar dan halus, aspal, serta *filler*. Maka, tahapan yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Marshall* (Sukirman 2016:128). Merancang gabungan agregat untuk mendapatkan campuran sesuai dengan gradasi rancangan. Melakukan perhitungan mengenai perkiraan awal banyaknya aspal (Pb). Membuat material uji sesuai dengan Pb yang sudah diperoleh dengan menggunakan variasi berbeda. Umumnya rentang yang digunakan adalah 0,5% dari Pb yang didapat. (misal Pb yang didapat 5,98 dibulatkan menjadi 6%. Benda dibuat dengan kandungan aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%). Melakukan uji *marshall* untuk memperoleh kestabilan dan tingkat lelehan (*flow*). Menghitung kriteria *marshall* yaitu *VIM*, *VMA*, *VFB*, *Stabilitas*, dan *Flow*. Membuat grafiik ikatan antara kadar aspal dengan kinerja *marshall*.

Pengujian *Marshall* benda uji

Tata cara uji *marshall* menurut SNI 06-2489-1991, sebagai berikut (SNI 2441, 2011) diantaranya : Meletakkan material uji ke dalam

sebuah wadah perendam (*water bath*) yang berisi air dengan durasi sekitar 30 menit pada suhu tetap 60°C. Mengambil Kembali material uji yang direndam dan meletakkannya ke segmen bagian bawah dari kepala penekan. Memasang bagian segmen pada bagian atas material uji, dan menempatkan benda uji pada mesin uji. Memakai arloji pengukur alir (*flow*) dan mengatur posisi jarum penunjuknya saat nol, sementara selubung dari tangkai arloji (*sleeve*) akan dipegang sesuai dengan bagian segmen atas. Sebelum memasang beban, kepala dari penekan material uji akan dinaikkan hingga menyentuh bagian bawah cincin penguji. Mengatur jarum arloji dan tekan pada saat nol. Meletakkan beban material yang akan diuji dengan menggunakan kecepatan 50 mm/menit hingga beban maksimum tercapai. Mencatat nilai alir (*flow*) yang nantinya akan dilihat pada arloji pengukur alir saat beban maksimum

Pengujian Benda Uji dengan Arang Bonggol Jagung Sebagai *Filler*

Setelah mendapatkan Kadar Optimum Aspal (KAO), dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dengan menggunakan KAO yang telah didapatkan. Adapun bahan substitusi yang dilakukan adalah *filler* arang bonggol dengan menggunakan persentase *filler* pada *mix design*. variasi kadar *filler* yang digunakan adalah. 0% - 60% dari berat total *filler*.

Teknik Analisis Data

Dari penelitian ini dihasilkan parameter-parameter *marshall* yang berupa (VMA< VIM, VFB, Stabilitas dan Flow) terhadap substitusi *Filler* arang bonggol jagung.

ANALISIS PENELITIAN

Pemeriksaan Karakteristik Penelitian

1. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Tabel 1. Rekapitulasi Karakteristik Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil			Spesifikasi	Satuan	Ket
		Batu 2-3	Batu 1-2	Batu 0,5 - 1			
Gradasi	SNI ASTM C136:2012	(lamp)	(lamp)	(lamp)	-		
Kelekatan terhadap larutan Magnesium Sulfat	SNI 3407:2008	1,529	1,529	1,529	Maks 18%	%	Memenuhi
Abrasi	SNI 2417:2008	28,44	26,89	28,19	Maks 40%	%	Memenuhi
Kelekatan Terhadap Aspal	SNI 2439:2011	100	100	100	Min 95%	%	Memenuhi
Partikel Pipih dan Lonjong	SNI 8287 - 2016	9,56	9,56	9,56	Maks 10%	%	Memenuhi
Angularitas						%	Memenuhi
1. Bidang Pecah 1	SNI 7619:2012	100,00	100,00	100,00	Min 95%	%	Memenuhi
2. Bidang Pecah>2		96,93	96,13	92,20	Min 90%	%	Memenuhi
Berat Jenis dan Penyerapan							
1. Bejat Jenis Bulk	SNI	2,55	2,52	2,51			
2. Berat Jenis SSD	03-1969-20016	2,58	2,56	2,55	1,6-3,2	gram	Memenuhi
3. Berat Jenis Kering		2,64	2,63	2,61			
4. Penyerapan		1,38	1,57	1,59	0,2 - 4,6		
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117 :2012	0,88	0,70	0,69	Maks 1%	%	Memenuhi

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian agregat kasar yang dilakukan di Laboratorium Aspal dan Jalan Politeknik Negeri Ujung Pandang. Dan hasil nantinya

akan digunakan sebagai campuran aspal.

2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Tabel 2. Rekapitulasi Karakteristik Agregat Hasil

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Ket
Gradasi	SNI ASTM C136:2012	(lamp)	-	%	Memenuhi
Angularitas	SNI 03-6877-2002	46,04	Min 45%	%	Memenuhi
Sand Equivalent	SNI 03-4428 - 1997	83,16	Min 50%	%	Memenuhi
Material Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	8,68	Maks 10%	%	Memenuhi
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah	SNI 03-4141-1996	0,35	Maks 1 %	%	Memenuhi
Berat Jenis dan Penyerapan					
1. Bejat Jenis Bulk		2,44	1,6-3,2	Gram	Memenuhi
2. Berat Jenis SSD	SNI 1969-2016	2,49			
3. Berat Jenis Kering		2,56			
4. Penyerapan		1,83			

Tabel 2 menunjukkan pengujian memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dan dapat digunakan sebagai campuran AC-BC

AC-BC (*Asphalt Concere-Binder Course*).

3. Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Tabel 3. Rekapitulasi Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Berat Jenis	SNI 06-2441:2011	1,03	≥ 1	Memenuhi
Penetrasi	SNI 02-2456:2011	64,80	60-70	Memenuhi
Titik Lembek	SNI 2434:2011	50,00	≥ 48	Memenuhi
Daktilitas	SNI 2432:2011	115,00	≥ 100	Memenuhi
Kelarutan	AASHTO T44 - 14	99,54	≥ 99	Memenuhi
Kehilangan Berat	SNI 06-2441:1991	0,06	≤ 1	Memenuhi
Penetrasi pada 25°C(% semula)	SNI 2456:2011	62,00	≥ 54	Memenuhi
Daktilitas pada 25°C(TFOT) (cm)	SNI 2432:2011	118,00	≥ 50	Memenuhi

Tabel 3 menunjukkan pengujian memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dan dapat digunakan dalam campuran

AC-BC (*Asphalt Concere-Binder Course*).

4. Pemeriksaan Karakteristik Filler

Tabel 4. Rekapitulasi Karakteristik *Filler*

Pengujian	Standar	Hasil	Spesifikasi
Berat Jenis	SNI 15-2531-1991	2,33	
Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C136:2012	96,78%	≥75%

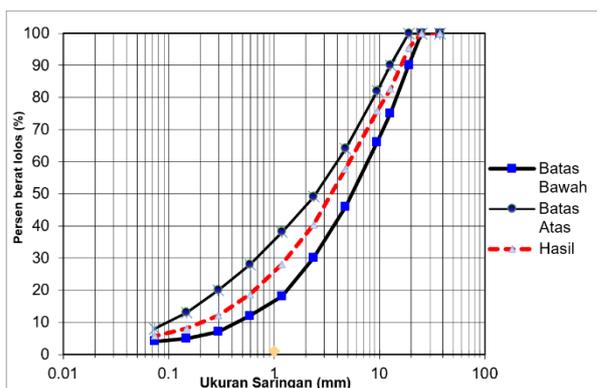
Tabel 4, hasil pemeriksaan *filler* yang telah dilakukan dengan menggunakan metode dan syarat Biana Marga 2018.

Hasil Rancangan AC-BC

Berikut ini merupakan hasil rancangan campuran AC-BC dari penelitian :

Tabel 5. Nilai Persentase Agregat Gabungan AC-BC

No. Saringan	GRADASI						Spesifikasi AC-BC
	Batu 2-3	Batu 1-2	Batu 0,5-1	Abu Batu	Semen	Gabungan	
	5,0%	20,0%	20,0%	51,0%	4,0%	100,0%	
37,5(1,5")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100
25 (1")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100
19 (3/4")	12,63	100,00	100,00	100,00	100,00	95,63	90 - 100
12,7(1/2)	0,51	38,48	100,00	100,00	100,00	82,72	75 - 90
9,5 (3/8")	0,00	6,91	97,35	100,00	100,00	75,85	66 -82
No.4	0,00	1,91	20,47	96,41	100,00	57,64	46 - 64
No.8	0,00	0,07	1,10	71,06	100,00	40,47	30 - 49
No.16	0,00	0,00	0,08	47,06	100,00	28,02	18 - 38
No.30	0,00	0,00	0,06	28,82	100,00	18,71	12 - 28
No.50	0,00	0,00	0,05	16,04	100,00	12,19	7 - 20
No.100	0,00	0,00	0,03	8,07	100,00	8,12	5 - 13
No.200	0,00	0,00	0,03	3,45	100,00	5,76	4 - 8

**Gambar 1.** Grafik Penggabungan Agregat

1. Penentuan Proporsi Agregat Gabungan

Komposisi keseluruhan yang didapat melalui proses *Trial and Error* Sehingga diperoleh hasil penggabungan agregat yang sesuai spesifikasi sebagai berikut:

Berdasarkan tabel dan grafik persentase gabungan agregat diatas memenuhi kriteria dari spesifikasi untuk adukan aspal AC-BC.

2. Hasil Pengujian *Marshall* pada *Bricket* Campuran *Asphalt Concrete* – *Binder Course* (AC-BC)

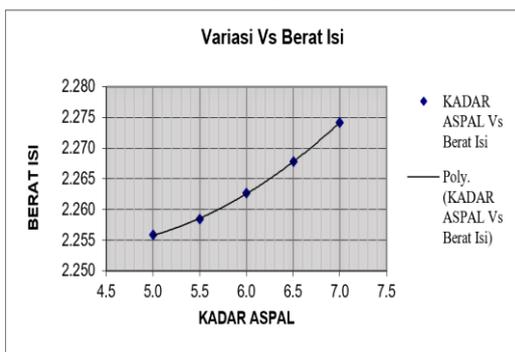
Hasil pemeriksaan *Marshall* merupakan menghasilkan nilai tentang kriteria campuran beraspal dan hasilnya akan didapatkan apabila syarat penggunaan bahan agregat, aspal serta kadar aspal terpenuhi.

Tabel 6. Pengujian *Marshaal* pada *Bricket* Campuran AC-BC

Variasi	Berat Isi	Vim	Vma	Vfb	Stabilitas	Flow
5,0	2,255	5,481	14,111	61,215	1087,95	3,20
5,5	2,258	4,760	14,401	66,955	1234,45	3,63
6,0	2,263	3,993	14,642	72,736	1102,65	3,81
6,5	2,268	3,197	14,853	78,484	895,11	3,92
7,0	2,274	2,345	15,011	84,404	847,55	4,07
SPESIFIKASI		3 % - 5 %	Min.14 %	Min.65 %	Min. 800 KG	2 - 4 MM

Selepas mendapatkan hasil pengetesan *Marshall* hasil yang dapat dijabarkan dalam grafik ikatan antara kadar aspal dengan hasil pengujian *Marshall* yang telah dihitung.

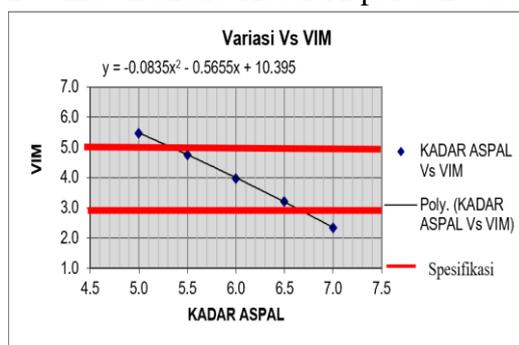
1. Ikatan Kadar Aspal dan Berat isi



Gambar 2. Grafik Ikatan antara Kadar Aspal dan Berat isi

Hasil yang ada menunjukkan penambahan kadar aspal akan menambah berat campuran. Hal ini digambarkan pada kadar 5% sampai dengan 7% mengalami kenaikan.

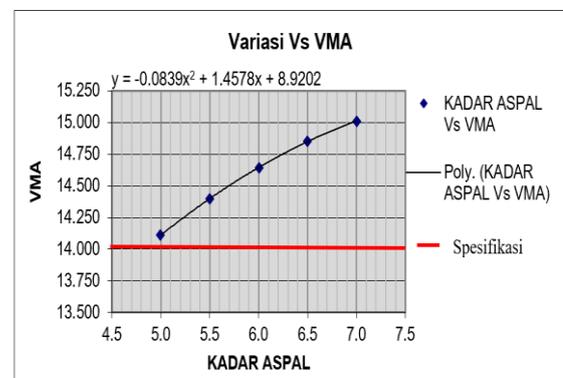
2. Ikatan antara Kadar Aspal dan *Vim*



Gambar 3. Grafik Ikatan antara Kadar Aspal dan *Vim*

Hasil yang diperoleh tambahan kadar aspal mengakibatkan ruang saat benda uji (*bricket*) mengecil. Hal tersebut diakibatkan aspal dapat mengisi rongga-rongga yang ada oleh karena itu rongga menjadi kecil dan rapat. Dalam Spesifikasi Umum 2018 nilai *Vim* yang disyaratkan 3% - 5%. Sehingga kadar aspal yang tepat ialah kadar aspal 5,33% hingga kadar aspal 6,62%.

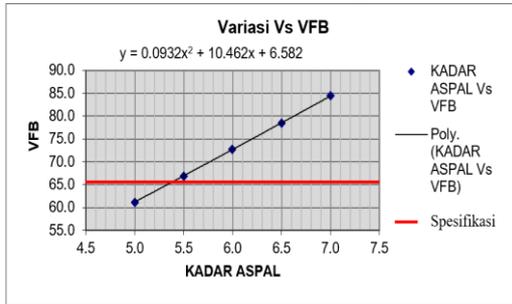
3. Ikatan antara Kadar Aspal dan *Vma*



Gambar 4. Grafik Ikatan antara Kadar Aspal dan *Vma*

Dari analisis ini, diketahui mengenai kenaikan kadar aspal mengakibatkan nilai *Vma* meningkat. Dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2018 nilai *Vma* minimum yang ditentukan pada Aspal AC-BC ialah 14% sehingga semua kadar aspal memenuhi persyaratan.

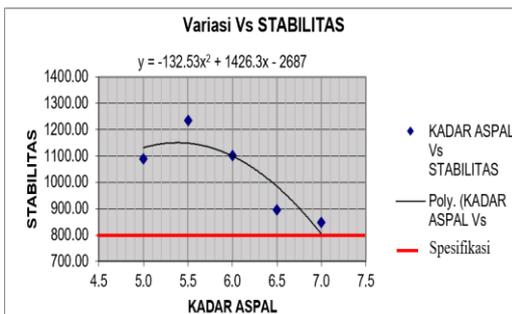
4. Ikatan antara Kadar Aspal dan Vfb



Gambar 5. Grafik Ikatan antara Kadar Aspal dan Vfb

Hasil di atas, menunjukkan lebih tinggi kadar aspal yang dipakai akan menyebabkan nilai *Vfb* menghadapi peningkatan. Peningkatan terjadi akibat penambahan kadar aspal dalam campuran dapat mengakibatkan rongga dalam benda uji (*bricket*) semakin banyak terisi oleh aspal. Menurut Spesifikasi Umum 2018, nilai *Vfb* yang ditentukan pada campuran ialah minimum 65%. Sehingga kadar aspal yang sesuai syarat ialah 5,33% sampai 7%.

5. Ikatan antara Kadar Aspal dengan Stabilitas

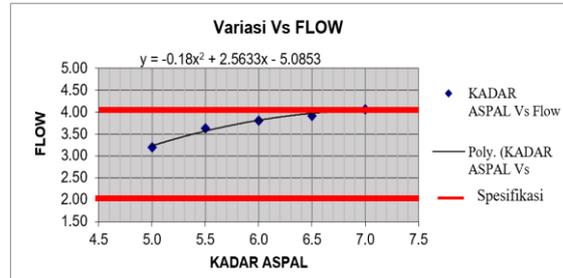


Gambar 6. Grafik Ikatan antara Kadar Aspal dan Stabilitas

Analisis yang dilakukan menunjukkan kenaikan kadar aspal mengakibatkan nilai stabilitas naik, tetapi nilai stabilitas akan turun jika kadar aspal selalu ditambahkan. Tingginya kadar aspal dapat membuat aspal tidak melapisi agregat dengan baik. Penyerapan pada rongga agregat dapat mengakibatkan *bleeding*, apabila penggunaan aspal yang terlalu banyak. Dalam Spesifikasi Umum 2018

tercantum batasan stabilitas minimum yaitu 800 kg. Dari gambar di atas, menunjukkan semua kadar aspal memenuhi persyaratan.

6. Ikatan antara Kadar Aspal dengan Flow



Gambar 7. Grafik Ikatan antara Kadar Aspal dan Flow

Pada grafik digambarkan dengan kenaikan kadar aspal terus menurun menyebabkan nilai *Flow* mengalami peningkatan, sehingga benda uji (*bricket*) dapat mengalami perubahan yang mengakibatkan benda tersebut dapat hancur akibat pembebanan akan tetapi besarnya nilai *flow* dibatasi. Menurut Spesifikasi Umum 2018, nilai *Flow* yang ditentukan minimal 2 mm dan maksimum 4 mm. Maka, dari grafik yang memenuhi 5% sampai dengan 6,65%.

Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

KARAKTERISTIK	PERSENTASE SESUAI SPESIFIKASI	SPECS	KET
VIM	5.0 - 6.5	3% - 5%	
VMA	5.0 - 6.5	Min.14	
VFB	5.0 - 6.5	Min.65	
STABILITAS	5.0 - 6.5	Min. 800	
FLOW	5.0 - 6.5	2-4	
RASIO L200 DG KA. EF.	5.0 - 6.5	0.6-1.2	
	5.0 5.5 6.0 6.5 7.0		
	5.33 5.98		

Gambar 8. Persentase sesuai Campuran Aspal AC-BC Normal

Pada gambar 4.8 Kadar Asphalt Optimum (KAO) campuran AC-BC terdapat pada campuran dengan kadar aspal 5,98%.

Hasil Pengujian Marshall Pada Bricket Campuran AC-BC Menggunakan Arang Bonggol Jagung Sebagai Filler

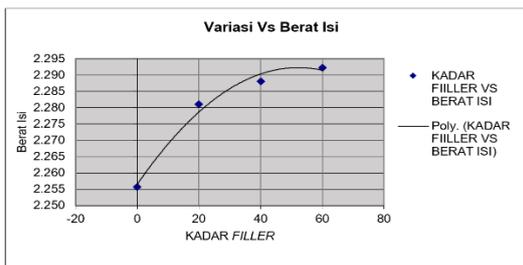
Setelah mendapatkan kadar aspal, lalu kadar aspal tertera digunakan sebagai benda uji yang menggunakan arang bonggol jagung sebagai *filler*. Adapun hasil pengujian *marshall* :

Tabel 7. Pengujian *Marshall* pada *bricket Filler* Campuran AC-BC

Variasi	Berat Isi	Vim	Vma	Vfb	Stabilitas	Flow
0	2,256	4,31	14,89	71,06	1086,63	3,81
20	2,281	3,24	13,94	76,80	2308,95	3,31
40	2,288	2,94	13,67	78,49	2365,59	3,10
60	2,292	2,76	13,51	79,64	2059,67	2,80
SPESIFIKASI		3 % - 5 %	Min.14 %	Min.65 %	Min. 800 KG	2 - 4 mm

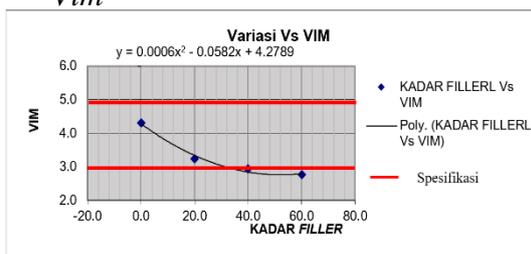
Selanjutnya, dari pengujian *marshall*, hasilnya akan menggambarkan ikatan antara kadar aspal dengan *Vim*, *Vma*, *Vfb* dan Stabilitas serta *Flow*.

1. Ikatan Antara Kadar *Filler* dengan Berat Isi

**Gambar 9.** Grafik Ikatan antara Kadar *Filler* dengan Berat Isi

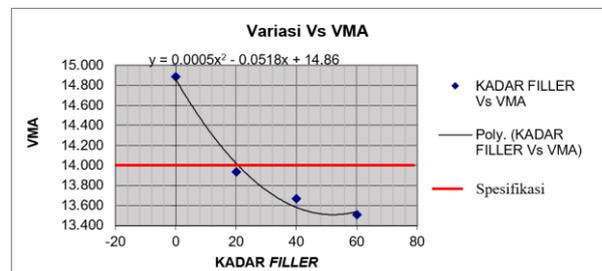
Pada grafik menunjukkan bahwa peningkatan kadar *filler* akan mengakibatkan berat isi campuran terisi oleh aspal hingga rongga dalam campuran. Peningkatan kadar *filler* arang bonggol jagung akan menambah berat campuran dalam volume yang sama.

2. Hubungan antara Kadar *Filler* dan *Vim*

**Gambar 10.** Grafik Ikatan antara Kadar *Filler* dengan *Vim*

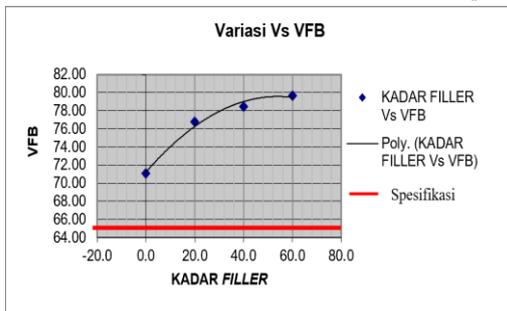
Pada grafik diatas menunjukkan jika peningkatan kadar *filler* terus menerus mengakibatkan nilai *Vim* semakin menurun. Penurunan diakibatkan karena kadar rongga udara yang ada pada aspal semakin kecil. Menurut Spesifikasi Umum 2018, nilai *Vim* yang disyaratkan 3% - 5%. Dari grafik nilai *Vim* yang memenuhi di kadar *filler* 0% sampai dengan 35%.

3. Ikatan antara Kadar *Filler* dan *Vma*

**Gambar 11.** Grafik Ikatan antara Kadar *Filler* dengan *Vma*

Pada grafik menunjukkan penambahan *filler* mempengaruhi nilai *Vma*. Semakin tinggi kadar *filler* yang dipakai menunjukkan bahwa nilai *Vma* mengakibatkan penurunan, kejadian ini disebabkan arang bonggol jagung (*frumentum cobs*) sudah menempati rongga antara agregat, memungkinkan rongga antara agregat semakin kecil, menurut Spesifikasi Umum 2018 nilai *Vma* disyaratkan minimal 14% sehingga dari grafik *filler* arang bonggol jagung (*frumentum cobs*) memenuhi persyaratan yaitu kadar 0% sampai dengan 20%.

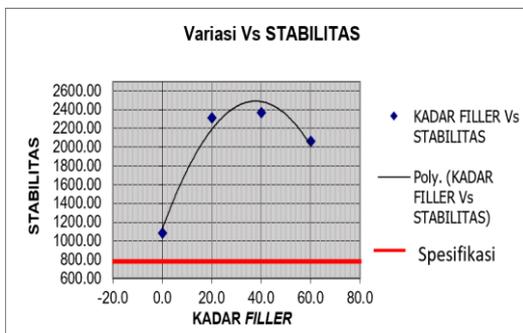
4. Ikatan antara Kadar *Filler* dan *Vfb*



Gambar 12. Grafik Ikatan antara Kadar *Filler* dengan *Vfb*

Penggunaan arang bonggol jagung (*frumentum cobs*) yang meningkat mengakibatkan nilai *Vfb* semakin naik, hal ini diakibatkan oleh kadar *filler* yang semakin meningkat mengakibatkan rongga-rongga pada campuran semakin sedikit. Menurut Spesifikasi Umum 2018 persyaratan nilai *Vfb* adalah minimal 65%. Dari grafik *filler* arang memenuhi persyaratan.

5. Ikatan antara Kadar *Filler* dan Stabilitas

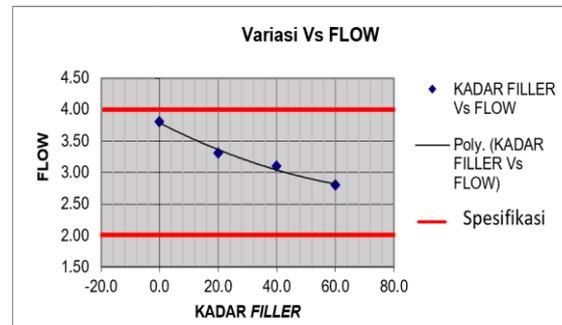


Gambar 13. Grafik Ikatan antara Kadar *Filler* dengan Stabilitas

Penambahan *filler* arang bonggol jagung (*frumentum cobs*) dari grafik menunjukkan terjadi penurunan pada variasi 60% hal ini dikarenakan arang bonggol jagung mengisi rongga, yang menyebabkan campuran memiliki rongga yang sedikit. Penambahan arang bonggol jagung yang terlalu banyak dapat melemahkan ikatan agregat karena penambahan arang bonggol jagung yang lebih banyak dibandingkan dengan *filler* abu batu mengakibatkan terus bertambahnya rongga yang akan terisi oleh arang bonggol jagung. Hal ini

membuat aspal sukar mengikat agregat dan mengakibatkan stabilitas campuran pada kadar *filler* 60% menurun.

6. Hubungan antara Kadar *Filler* dan *Flow*



Gambar 14. Grafik Ikatan antara Kadar *Filler* dengan *Flow*

Penambahan arang bonggol jagung yang semakin banyak, menyebabkan nilai *flow* semakin menurun. Hal ini dikarenakan sulitnya aspal mengikat agregat karena arang bonggol jagung yang lebih besar dari *filler* abu batu. Menurut spesifikasi Umum 2018 nilai *Flow* disyaratkan 2% - 4%. Penggunaan arang bonggol jagung sebagai *filler* memenuhi persyaratan.

KESIMPULAN

Diperoleh 3 kesimpulan dari analisis hasil laboratorium, yaitu :

- Filler* arang bonggol jagung dapat digunakan sebagai *filler* campuran aspal AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dari pengujian karakteristik *filler* arang bonggol jagung didapatkan nilai berat jenis diperoleh 2,33 gr/ml. Dan nilai lolos ayakan No. 200 didapatkan 96,78%.
- Pengaruh variasi *filler* arang bonggol jagung terhadap nilai *VIM*, *VMA*, *VFB*, *Stabilitas* serta *Flow* menunjukkan data variasi sebagai berikut
 - Variasi 0%, 20%, 40% dan 60% yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Nilai *VIM* pada kadar *filler* 0% - 35%. Nilai *VMA* pada kadar *filler* 0% - 20%. Nilai *VFB*, *Stabilitas* dan *flow* memenuhi spesifikasi.
 - Dari hasil pengujian yang memenuhi ukuran maksimum variasi *filler* adalah 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Dunggio, A. H. (2017). Tinjauan Kerusakan Lapis Permukaan Jalan Berdasarkan Analisis Kadar Aspal. *Jurnal Peradaban Sains*, 5(2), 111–130.
- Nofriandi, R. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Batang Jagung Terhadap Karakteristik Marshall pada Aspal AC-BC. *Pengaruh Penambahan Abu Batang Jagung Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal AC-BC*, 1–93.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2022). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. In *Pemerintah Indonesia* (Issue 134229, p. 77).
- Saing, Z. (2008). Analisis Kualitas Batugamping Kabupaten Fak Fak Papua Sebagai Bahan Baku Semen Portland. *Jurnal Teknik Dintek*, 1(3), 67–72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4445419>
- Sari, P. D., Puri, W. A., & Hanum, D. (2018). Delignifikasi Bonggol jagung Dengan Metode Microwave Method. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian "AGRIKA,"* 12(2), 164–172.
- Sau'langi Arjuna Sanda, Alpius, & Tanje Herman Welem. (2021). Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Substitusi Filler Untuk Campuran AC-WC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(4), 587–594. h
- Septiningrum, K., & Apriana, C. (2011). Produksi Xylanase Dari Tongkol Jagung Dengan Sistem Bioproses Menggunakan Bacillus Circulans Untuk Pra-Pemutihan Pulp Production Of Xylanase From Corn Cob By Bioprocess System Using Bacillus Circulans For Pre-Bleaching Pulp. *Jurnal Riset Industri*, V(1), 87–97.
- SNI 2441. (2011). Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras. *Standar Nasional Indonesia*, 15.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur* (1st ed.). Penerbit Nova.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas* (3rd ed.). Institut Teknologi Bandung.
- Wisnu, B., Rachman, R., & Alpius. (2022). Karakteristik Campuran AC – WC Dengan Bahan Tambah Abu Tongkol Jagung. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(4), 610–619. <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i4.546>