

Penggunaan *Styrofoam* Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Pucak Kabupaten Maros

Elthon Faraknimela ^{*1}, Mary Selintung ^{*2}, Alpius^{*3}

^{*1} *Mahasiswa Programm Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia elthonfaraknimela20@gmail.com*

^{*2,3} *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia ^{*2} dan alpiusnini@gmail.com*

Corresponding Author: elthonfaraknimela20@gmail.com

ABSTRAK

Styrofoam merupakan jenis polimer plastik yang bersifat *thermoplastik* dimana jika dipanaskan akan meleleh atau menjadi lunak dan mengeras atau kembali menjadi padat jika didinginkan. *Styrofoam* banyak ditemui di beberapa tempat utamanya pada gudang toko elektronik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Styrofoam* sebagai bahan tambah pada campuran AC-BC menggunakan batu Sungai Pucak. Tahapan awal penelitian dimulai dengan serangkaian pengujian karakteristik agregat kasar, halus, dan *filler* kemudian merancang komposisi campuran untuk pengujian *Marshall Immersion* dan *Marshall* konvensional untuk memperoleh nilai Stabilitas *Marshall* Sisa (SKS). Penelitian ini dilakukan dan bertempat pada Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar dengan menggunakan kadar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambah pada campuran AC-BC mampu mengisi stabilitas, *VIM*, *VMA*, *flow*, dan *VFB* dan juga syarat yang ditetapkan Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 juga telah terpenuhi.

Kata kunci : Karakteristik, AC-BC, *Styrofoam*

ABSTRACT

Styrofoam is a type of plastic polymer that is thermoplastic in nature where if heated it will melt or become soft and harden or return to solid if cooled. Styrofoam is often found in several places, mainly in electronic store warehouses. The purpose of this study was to determine the effect of using styrofoam as an added ingredient in the AC-BC mixture using Pucak River stone. The initial stage of the study began with a series of tests of rough, fine, and filler characteristics and the designed the composition of the mixture for conventional Marshall Immersion and Marshall testing to obtain the Residual Marshall Stability value. This research was conducted and located in the Road and Asphalt Laboratory of Indonesia Paulus Makassar using levels of 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, and 2% showed that the use of added materials in the AC-BC mixture was able to fill stabilitas, VIM, VMA, flow, and VFB and had met the specifications of the Directorate General of Wildlife Development 2018.

Keywords: Characteristics, AC-BC, *Styrofoam*

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan akan memacu pertumbuhan ekonomi, salah satunya adalah pembangunan jalan. Pembangunan jalan merupakan hal utama untuk menunjang keamanan dan kenyamanan dalam bertransportasi. Pada konstruksi pekerjaan jalan, terdapat berbagai jenis pekerjaan, salah satunya pekerjaan beton aspal AC-BC. Dalam komposisi campuran AC-BC, agregat merupakan komponen utama, selain *filler*

dan aspal sebagai bahan pengikat. Agregat yang digunakan berasal dari Sungai Pucak Kab. Maros. Selain agregat, *filler*, dan aspal, saat ini pemakaian bahan tambah ke dalam campuran beton aspal telah banyak dilakukan dengan tujuan tertentu, seperti meningkatkan stabilitas dan memperkecil rongga. Bahan tambah yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *styrofoam*. *Styrofoam* memiliki sifat meleleh jika dipanaskan dan kembali menjadi padat jika didinginkan. *Styrofoam* sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. *Styrofoam* memiliki kelebihan antara lain ringan. Sejalan dengan pesatnya pembangunan yang dilakukan di Indonesia, penggunaan *styrofoam* semakin banyak digunakan. Dari penggunaan tersebut, muncul banyak limbah *styrofoam* seperti sisa pelindung alat elektronik. Untuk mengurangi *styrofoam* yang berlebihan dan sulit terurai, maka perlu dilakukan pemanfaatan atau pengelolaan dengan baik.

Sebelum dilakukannya penelitian ini, telah banyak dilakukan penelitian sejenis diantaranya yaitu Pengaruh *Styrofoam* sebagai bahan tambah campuran *AC-BC* Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa didapatkan hasil pengujian karakteristik campuran *AC-BC* dengan bahan tambah *styrofoam* 0%-8% telah memenuhi Standar Spesifikasi Bina Marga 2018 dan diperoleh nilai Stabilitas *Marshall* Sisa yaitu 96,48% [1], Pengaruh *Styrofoam* Bekas pada campuran *AC-WC* Menggunakan Batu Sungai Teik Toraja Utara didapati nilai *VIM* sebesar 4,21%, nilai *Flow* 3,50%, nilai *VMA* 17,83%, nilai *VFB* 80,87% dan nilai stabilitas 1559,48 telah memenuhi Standar Bina Marga 2018 [2],

Diketahui bahwa penambahan limbah *styrofoam* terhadap Karakteristik campuran *AC-WC* membuat rongga dalam campuran menjadi lebih kecil, sehingga lebih tahan terhadap air. Namun seiring bertambahnya jumlah kadar limbah *styrofoam*, kekuatan campuran semakin menurun dan banyak rongga yang terisi oleh butiran limbah *styrofoam* yang telah larut dan bercampur dengan aspal yang membuat aspal kurang efektif dalam mengikat agregat [3], Pengaruh *Styrofoam* Sebagai Aditif Pada Campuran Laston Lapis Aus yang menggunakan agregat dari Sungai Mamili dan aditif *Styrofoam* didapati karakteristik campuran yaitu *flow*, *VIM*, *VMA*, stabilitas, dan *VFB* telah mencapai Spesikasi Umum Bina Marga 2018 dengan melalui pengujian test *Marshall*. Dengan penambahan *styrofoam* pada campuran Laston Lapis Aus memberikan efek yaitu dapat mengisi rongga pada campuran, membuat rongga menjadi lebih kecil dan memperkuat ikatan antara agregat. Akibatnya, campuran menjadi tahan terhadap air, iklim, dan beban lalu lintas [4],

Uji *Marshall* Konvensional yang digunakan untuk menguji karakteristik campuran *Asphalt Concrete – Blinder Course (AC-BC)* dengan aditif *styrofoam*, diketahui bahwa untuk setiap 1% limbah *styrofoam* yang ada nilai stabilitas dan *VFB* selalu meningkat, sedangkan nilai *flow*, *VIM* dan *VMA* mengalami penurunan [5], Sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, Penggunaan *Styrofoam* sebagai Aditif pada Campuran Laston Lapis Antara dengan pengujian perendaman *Marshall* Konvensional pada Laston Lapis Antara dengan kandungan bahan tambah 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% kadar aspal, hasilnya adalah untuk setiap kandungan nilai stabilitas dan *VFB* meningkat sedangkan nilai *VIM*, *Flow* dan *VMA* menurun untuk setiap kadar *styrofoamnya* [6],

Uji *Marshall* menunjukkan bahwa nilai yaitu *flow*, stabilitas, *VIM*, *VMA* dan *VFB* pada campuran *AC-WC* yang dihasilkan dengan dengan memanfaatkan Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa dan *Styrofoam* memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Sebagai aditif pada campuran, *styrofoam* dapat memperkecil ukuran rongga, memperkuat ikatan antar agregat, menjadikan kedap air, cuaca, dan beban lalu lintas [7], Pengaruh Penambahan *Styrofoam* Terhadap Karakteristik *Marshall* Pada Lapisan Aspal Beton *AC-WC* menunjukkan bahwa penambahan 5% *styrofoam* mampu meningkatkan kekuatan *AC-WC*, sedangkan untuk kadar *styrofoam* 10, 15 dan 20% tidak mencukupi ketentuan SNI yang diisyaratkan [8],

Kajian Subtitusi *Styrofoam* Pada Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Performa Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)* berdasarkan hasil penelitian, pada aspal *styrofoam* 0% pada kadar aspal optimum

yaitu stabilitas maksimum 960 kg, *styrofoam* 0,5% stabilitas maksimum 955 kg, *styrofoam* 1% stabilitas maksimum 995 kg, dan *styrofoam* 1,5% stabilitas maksimumnya 1140 kg. Hasilnya stabilitas campuran meningkat ketika ditambahkan *styrofoam* dan aspal dengan *styrofoam* 1,5% memiliki stabilitas yang tertinggi dari setiap persentase aspal [9], Penggunaan Limbah *Styrofoam* Sebagai Bahan pengganti Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus didapatkan KAO sebanyak 4,75% dan kandungan *Styrofoam* terbaik sebesar 11%. Nilai *VIM* adalah nilai yang tidak sesuai dengan spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association* 2004 yaitu 18% hingga 25%. Semua parameter lainnya memenuhi persyaratan. Pengganti *styrofoam* terbaik memiliki nilai *Flow* 2,7 mm dan stabilitas 569 kg dan. Sedangkan nilai *VIM* mendapatkan 5,645%, *MQ* dan permeabilitas masing-masing adalah 210,74 kg/mm dan 0,394cm/detik [10].

METODOLOGI PENELITIAN

1. Persiapan Material

a. Agregat

Lokasi tempat pengambilan material diambil dari Kecamatan Tompo Bulu, Kabupaten Maros. Pengambilan material di Sungai Pucak Maros diambil dengan cara manual (menggunakan tangan) yang dikumpul dari beberapa titik di lokasi yang sama dan dimasukkan ke dalam karung. Lokasinya dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material Sungai Pucak

b. Aspal

Penggunaan aspal bersumber dari Departemen Pekerjaan Umum (DPU) di Badokka Makassar.

c. Filler

Penggunaan *filler* dalam penelitian ini berupa semen *Portland*. Semen merk Tonasa adalah semen yang digunakan dalam penelitian ini.

d. *Styrofoam*

Styrofoam yang digunakan adalah *styrofoam* peyangga/pelindung barang elektronik yang diperoleh dari tempat pengumpulan sampah di Perumahan Bukit Tamalanrea Permai dan dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3 berikut.



Gambar 2. Pengambilan Material *Styrofoam*



Gambar 3. Butiran Hasil Pecahan *Styrofoam*

2. Karakteristik Agregat, Aspal dan *Filler* (Data Sekunder)

a. Karakteristik Agregat

Dari hasil pengujian karakteristik agregat sebelumnya oleh Y. Malingga' (2021) dalam penelitian ini untuk keausan agregat didapatkan hasil pada Fraksi A (4,8), Fraksi B (5,6), Fraksi C (5,76) dan Fraksi D (6,22). Nilai tersebut telah menyanggupi ketentuan SNI 2471:2008 dengan maksimal 40%. Untuk berat jenis dan penyerapan agregat kasar didapatkan hasil untuk *Bulk* (2,65), *SSD* (2,70), *Apparent* (2,78) dan penyerapan (1,87) sedangkan untuk agregat halus didapatkan hasil *Bulk* (2,75), *SSD* (2,78), *Apparent* (2,83) dan Penyerapan (1,11). Hasil ini telah sesuai dengan ketentuan SNI 1969:2008 untuk agregat kasar dan SNI 1970:2008 untuk agregat halus dengan minimal 2,5% untuk *Bulk*, *SSD*, *Apparent* sedangkan untuk penyerapan maksimalnya ialah 3%. Untuk Analisa saringan telah dilakukan pada saringan dengan nomor saringan $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan 200. Hasil yang diuji telah memenuhi standar SNI ASTM C 136:2012. Untuk pengujian Uji Agregat Lolos Ayakan No. 200 didapatkan hasil 2,2% dan telah memenuhi standar SNI ASTM C117:2012 dengan nilai maksimal 10% dan untuk pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus pada Sand Equivalent dan Kadar lumpur diperoleh masing-masing 97,16% dan 2,84%. Nilai ini telah memenuhi standar SNI 03-4428-1997 dengan syarat nilai *Sand Equivalent* minimal 60% dan Kadar Lumpur maksimal 5%. Pada Pengujian Partikel Pipih diperoleh hasil pada saringan $\frac{3}{4}$ (7,20), $\frac{1}{2}$ (8,70), dan $\frac{3}{8}$ (4,50) sedangkan pada Partikel Lonjong didapatkan hasil pada saringan $\frac{3}{4}$ (8,50), $\frac{1}{2}$ (9,60), dan $\frac{3}{8}$ (5,60). Hasil ini telah memenuhi spesifikasi sesuai standar ASTM D-4791-10 yaitu maksimal 10%. Untuk pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal diperoleh nilai 3,05% dengan syarat minimal 2,5% dan sesuai dengan standar SNI 03-1969-1990.

b. Karakteristik Aspal

Pada pengujian Karakteristik Aspal semua jenis pengujian yang dilakukan oleh Y. Malingga' sebelumnya (2021) telah memenuhi standar yang ada seperti pada pengujian Penetrasi pada suhu 25°C (67,90) sesuai SNI 2456-2011, Daktilitas dengan temperatur 25°C (144 cm) sesuai SNI 2432-2011, Titik Lembek Aspal

(290°C) sesuai SNI 2434-2011, Titik Nyala (290°C) sesuai SNI 2433-2011, Berat Jenis (1,017) sesuai SNI 2441-2011, Berat yang Hilang (0,349%) sesuai SNI 06-2441-1991 dan pengetesan Penetrasi dengan temperatur 25°C *TFOT* (82,5%) sesuai dengan SNI 03-6835-2002.

c. Karakteristik Berat Jenis *Filler*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Y. Malingga' (2021) sebelumnya didapatkan hasil untuk pengujian Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Semen yaitu 3,09% dan nilai ini telah sesuai dengan standar SNI ASTM 136:2012.

3. Komposisi Campuran

Komposisi campuran *AC-BC* yang digunakan merupakan komponen terbesar dalam campuran, aspal, dan bahan pengisi dengan proporsi pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Komposisi Campuran *AC-BC*

Ukuran saringan		Lolos Saringan				Tertahan Saringan			Komposisi Campuran (%)	
Inchi	Mm	Spesifikasi (%)		Gradasi Campuran (%)	Proporsi (%)	Proporsi Dalam Campuran (%)	Berat Dalam Campuran (gr)			
1½"	37.5	100		100						
1"	25									
¾"	19	90	-	100	95	5	4.55	54.55	43.18	Agregat Kasar
½"	12.5	75	-	90	82.5	12.5	12.05	144.55		
⅜"	9.5	66	-	82	74	8.5	8.05	96.55		
No.4	4.75	46	-	64	55	19	18.55	222.55		
No.8	2.36	30	-	49	39.5	15.5	15.05	180.55	46.27	Agregat Halus
No.16	1.18	18	-	38	28	11.5	11.05	132.55		
No.30	0.6	12	-	28	20	8	7.55	90.55		
No.50	0.3	7	-	20	13.5	6.5	6.05	72.55		
No.100	0.15	5	-	13	9	4.5	4.05	48.55		
No.200	0.075	4	-	8	6	3	2.55	30.55		
Pan (<i>filler</i>)						6	5.55	66.55	5.55	<i>Filler</i>
Aspal					5		5	60	5	Aspal
Total					100	100	1200	100		

Kandungan aspal yang digunakan memiliki kadar 5,0%. Setelah merancang komposisi campuran *AC-BC*, dilanjutkan dengan menambahkan *Styrofoam*. Penambahan *styrofoam* dilakukan dengan cara kering yaitu dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan, kemudian diaduk sampai homogen dan aspal panas ditambahkan. Komposisi campuran dengan penambahan *styrofoam* dapat dilihat di Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Komposisi Campuran dengan *Styrofoam*

Komposisi Campuran	Berat Campuran (gr)				
	0%	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%
Agregat Kasar	518.20	518.20	518.20	518.20	518.20
Agregat Halus	555.30	555.30	555.30	555.30	555.30
<i>Filler</i>	66.50	66.50	66.50	66.50	66.50

Aspal	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
<i>Styrofoam</i>	0	0.3	0.6	0.9	1.2
Total	1200	1200.30	1200.60	1200.90	1201.20

HASIL ANALISIS

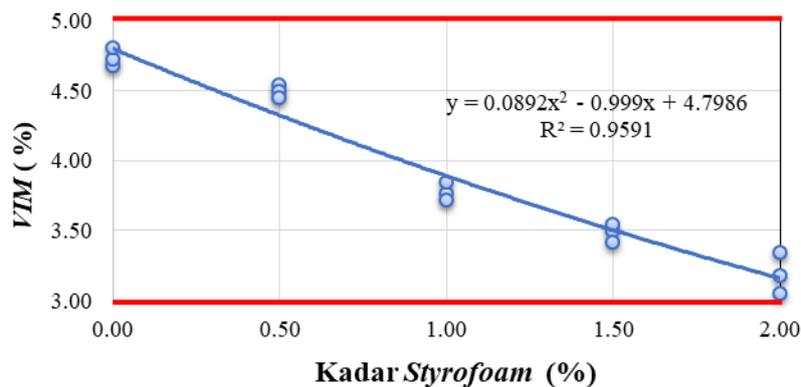
1. Marshall Konvensional

a. *VIM*

Berikut adalah hasil perhitungan nilai *VIM* yang terlampir pada Tabel 3 dan Gambar 4 dibawah:

Tabel 3. Nilai *VIM* Hasil Pengujian Karakteristik Marshall AC-BC

Karakteristik Campuran	<i>Kadar Styrofoam (%)</i>				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
<i>VIM</i>	4,68	4,54	3,76	3,49	3,04
	4,72	4,49	3,84	3,54	3,34
	4,80	4,45	3,72	3,41	3,17
Rata-Rata	4,73	4,49	3,77	3,48	3,19
Persyaratan	3 - 5 persen				



Gambar 4. Grafik Hubungan *VIM* dengan *Kadar Styrofoam*

Menggunakan kadar styrofoam 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% didapatkan hasil pengujian nilai *VIM* berkisar antara 3,19% - 4,73%. Nilai ini telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Berdasarkan Gambar 4 ditarik kesimpulan, makin tinggi persentase Styrofoam maka nilai *VIM* akan semakin berkurang.

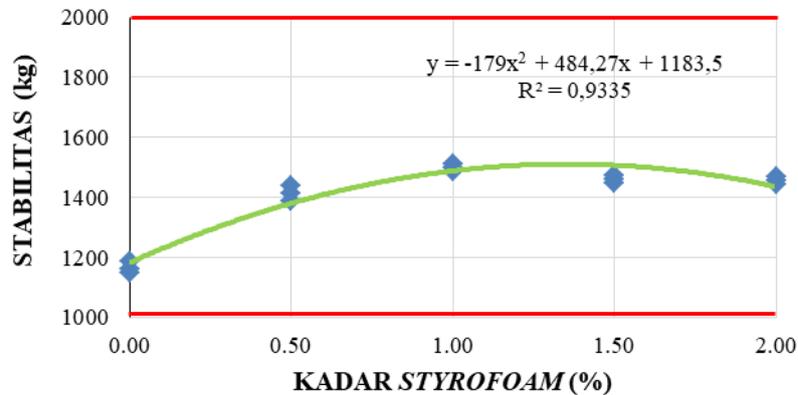
b. Stabilitas

Berikut adalah hasil perhitungan nilai Stabilitas pada Tabel 4 dan Gambar 5 dibawah ini:

Tabel 4. Nilai Stabilitas hasil Pengujian Karakteristik Marshall AC-BC

Karakteristik Campuran	<i>Kadar Styrofoam (%)</i>				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
Stabilitas	1149,54	1386,95	1486,91	1449,42	1470,00
	1162,04	1411,94	1511,90	1461,92	1443,75
	1187,03	1436,93	1499,40	1474,41	1456,88

Rata-Rata	1166,20	1411,94	1499,40	1461,92	1456,88
Persyaratan	Minimal 1000 Kilogram				



Gambar 5. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar *Styrofoam AC-BC*

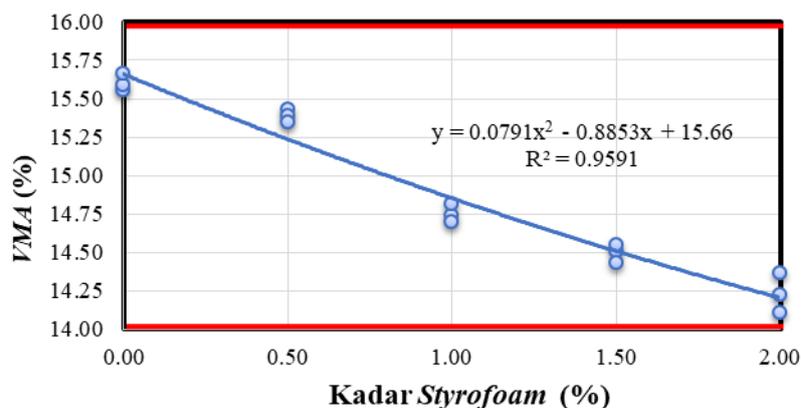
Dari kadar *styrofoam* 0% - 2% diperoleh nilai stabilitas antara 1166,20 kg - 1456,88 kg. Dengan demikian nilai stabilitas dengan kadar *styrofoam* 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% memenuhi persyaratan yang telah dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga 2018. Jadi dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa pada kadar *styrofoam* 1% mengalami stabilitas tertinggi dengan nilai 1499,40 kg. Stabilitas ini tidak berbanding lurus dengan persentase bahan tambah.

c. *VMA*

Berikut adalah hasil perhitungan nilai *VMA* pada Tabel 5 dan Gambar 6 dibawah ini:

Tabel 5. Pengujian Nilai *VMA* untuk *AC-BC*

Karakteristik Campuran	<i>Kadar Styrofoam (%)</i>				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
<i>VMA</i>	15,55	15,43	14,74	14,50	14,10
	15,59	15,39	14,81	14,54	14,37
Rata-Rata	15,60	15,39	14,75	14,49	14,23
Persyaratan	Min 14 (%)				



Gambar 6. Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Styrofoam

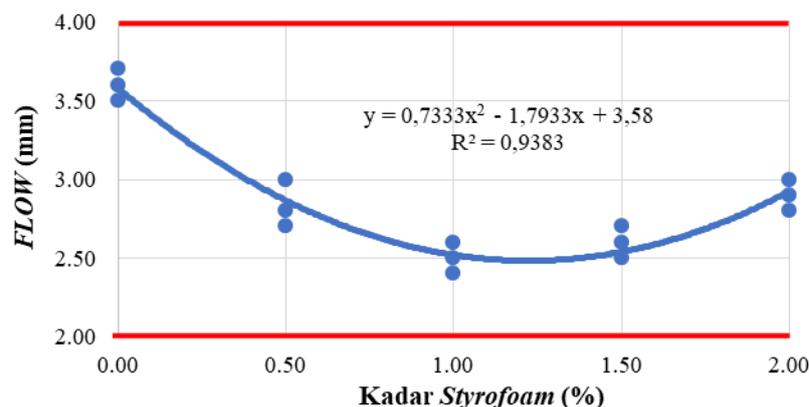
Dengan menggunakan kadar Styrofoam 0% - 2% diperoleh nilai VMA antara 14,23% - 15,60%. Nilai VMA dengan kadar Styrofoam 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% telah memenuhi persyaratan. Jika kadar Styrofoam semakin besar maka nilai VMA akan mengecil.

d. Flow

Berikut adalah hasil perhitungan nilai Flow pada Tabel 6 dan Gambar 7 dibawah ini

Tabel 6. Pengujian Nilai Flow untuk Campuran AC-BC

Karakteristik Campuran	Kadar Styrofoam (%)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
Flow	3,50	3,00	2,60	2,70	2,80
	3,60	2,80	2,40	2,50	2,90
	3,70	2,70	2,50	2,60	3,00
	Rata-Rata	3,60	2,83	2,50	2,60
Persyaratan	2 - 4 (mm)				



Gambar 7. Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Styrofoam AC-BC

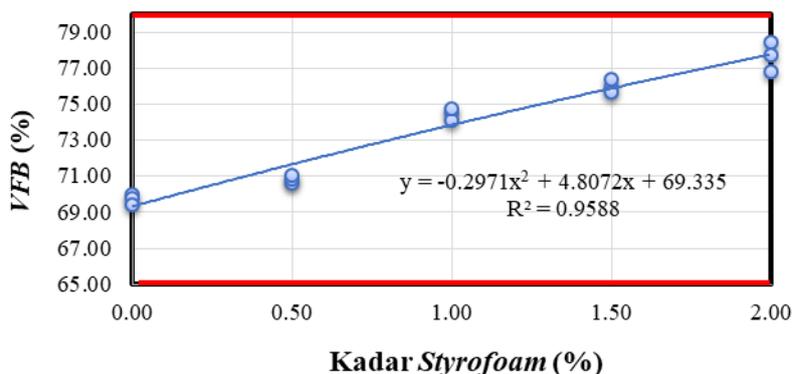
Dengan menggunakan kadar Styrofoam 0% - 2% diperoleh nilai flow antara 2,90 mm – 3,60 mm telah memenuhi ketentuan yang ditetapkan. Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa nilai Flow tidak beraturan. Pada kadar 0% - 1% mengalami penurunan dan kembali meningkat pada kadar 1,5% menuju 2%.

e. VFB

Berikut adalah hasil perhitungan nilai VFB pada Tabel 7 dan Gambar 8 dibawah ini:

Tabel 7. Pengujian Nilai VFB untuk Campuran AC-BC

Karakteristik Campuran	Kadar Styrofoam (%)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
VFB	69,93	70,59	74,47	75,91	78,42
	69,73	70,81	74,05	75,66	76,76
	69,35	71,02	74,72	76,36	77,68
Rata-Rata	69,67	70,81	74,41	75,98	77,62
Persyaratan	Min 65 (%)				

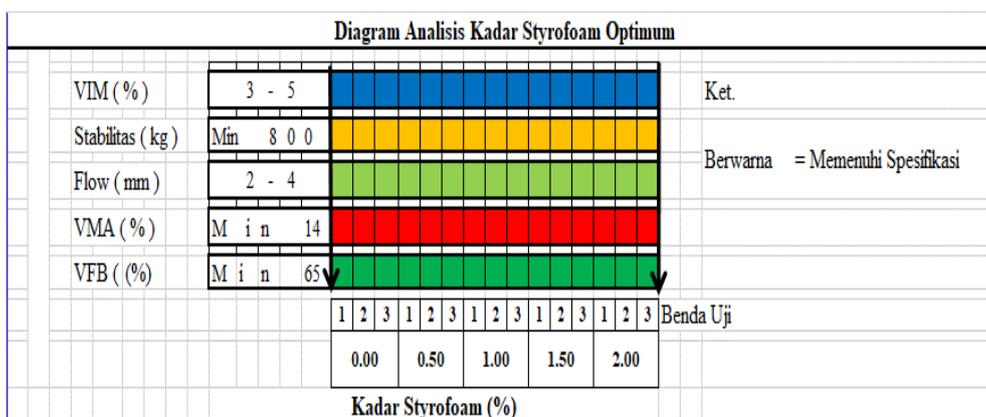


Gambar 8. Grafik Hubungan VFB dengan Kadar Styrofoam

Penggunaan kadar Styrofoam 0% - 2% didapatkan nilai VFB yang berkisar antara 69,67% - 77,62%. Nilai VFB dengan kadar Styrofoam 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% telah memenuhi persyaratan. Dapat dilihat pada Tabel 8 bahwa kadar Styrofoam berbanding lurus dengan nilai VFB, semakin besar kadar styrofoam yang digunakan maka nilai VFB pun semakin meningkat.

2. Kadar Styrofoam Optimum

AC-BC merupakan jenis campuran yang digunakan sebagai lapisan penopang untuk memberikan dukungan yang kuat bagi lapisan yang berada di atasnya. Lapisan ini tidak langsung berhubungan



Gambar 9. Diagram Analisis Kadar Styrofoam Optimum

dengan cuaca namun perlu memiliki stabilitas untuk menopang beban lalu lintas yang disalurkan oleh roda kendaraan. Jadi menurut tabel dan grafik dari Marshall Konvensional didapatkan hasil kadar styrofoam dengan rentang kadar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% untuk AC-BC telah memenuhi Karakteristik Marshall. Berdasarkan hal tersebut dipilih kadar styrofoam dengan nilai Stabilitas paling tinggi yaitu pada kadar styrofoam 1%.

3. Stabilitas Marshall Sisa

Dari hasil pengujian diperoleh Stabilitas Marshall Sisa sebesar 95,84% dengan kadar styrofoam 1%. Berdasarkan nilai dari Stabilitas Marshall Sisa tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pekerjaan jalan yang menggunakan campuran AC-BC dengan menggunakan agregat dari Sungai Pucak dan diberi bahan tambah styrofoam dapat meningkatkan nilai stabilitas dari campuran tersebut. Berikut adalah hasil pengujian Stabilitas Marshall sisa yang dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Pengujian Stabilitas *Marshall* Sisa

Kadar <i>Styrofoam</i> (%)	Stabilitas		Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%)
	Konvensional	<i>Immersion</i>	
1	1561,88	1509,38	96,64
1	1588,13	1522,50	95,87
1	1575,00	1496,25	95,00
Rata-rata	1575,00	1509,38	95,84

KESIMPULAN

1. Menurut pengujian *Marshall*, karakteristik campuran AC-BC yang menggunakan bahan tambahan Batu Sungai Pucak dengan penambahan *styrofoam* dapat memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dalam hal Stabilitas, *VIM*, *VMA*, *flow*, dan *VFB*.
2. Sungai Pucak Kabupaten Maros memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 melalui pengujian *Marshaal Immersion* (Stabilitas *Marshall* Sisa) dengan nilai $95,54\% \geq 90\%$.
3. Pengaruh penambahan bahan tambah *Styrofoam* pada campuran AC-BC karakteristik *Marshall* Konvensional yaitu meningkatkan nilai Stabilitas dan *VFB* serta menurunkan nilai *VIM*, *VMA*, dan *flow*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. N. Sampe, Alpius and Elizabeth, "Pengaruh Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 2, pp. 201-208, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i2.448>
- [2] F. Paembonan, Alpius and C. Kamba, "Pengaruh Styrofoam Bekas pada campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Teik Toraja Utara," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 2, pp. 272-279, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i2.456>
- [3] J. R. Lebang, R. Rachman and Alpius, "Pengaruh Penambahan Limbah Styrofoam Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 2, pp. 289-297, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i2.458>
- [4] N. Lolok, N. Ali and R. Rachman, "Pengaruh Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Laston Lapis Aus," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 3, pp. 397-405, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i3.291>
- [5] N. Sambo, R. Rachman and Alpius, "Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Sungai Bittuang," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 3, pp. 330-340, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i3.283>
- [6] R. M. Pasapan, N. Ali and R. Rachman, "Pengaruh Styrofoam sebagai Bahan Tambah dalam Campuran Laston Lapis Antara," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 4, pp. 646-654, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i4.345>
- [7] S. Tandiang, Alpius and Elizabeth, "Pengaruh Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-WC Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 1, pp. 80-87, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i1.380>
- [8] R. Rachman, "Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi," dalam Teknologi Bangunan dan Material, Makassar: Tohar Media, 2021, hlm. 11-21.
- [9] M. Nasot, Adnan and A. M. B., "Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lapisan Aspal Beton AC-WC," Jurnal Kataraja Engineering, vol. 2, no. 2, pp. 10-18, 2022. <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/karajata/article/view/1745>

- [10] E. E. Putri and Syamsuwirman, "Tinjauan Substitusi Styrofoam Pada Aspal Pen. 60/70 Terhadap Kinerja Campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)," Jurnal Teknik Sipil, vol. 6, no. 1, pp. 105-114, 2016. <https://jurnal.unsyiah.ac.id/JTS/article/view/8815>
- [11] R. Rachman, "Bidang Transportasi," dalam Pengembangan Teknologi dan Inovasi di Era Revolusi 4.0 (Konsep dan Penerapan), Kota Makassar: Tohar Media, 2021, hlm. 39–50.
- [12] T. G. Noris, "Analisa Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Substitusi Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus," Jurnal Teknik Sipil, vol. 01, no. 01, pp. 65-70, 2017. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/17440>