

Pengaruh Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-WC Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa

Samudra Tandiabang^{*1}, Alpius^{*2}, Elizabeth³

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia
Standiabang3@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia
Alpiusnini@gmail.com dan elizabethbongga5173@gmail.com

Corresponding Author : elizabethbongga5173@gmail.com

Abstrak

Jalan merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat kabupaten mamasa, maka dilakukan penelitian pada batu sungai tetean apakah layak digunakan sebagai perkerasan jalan untuk campuran *Asphalt Concrete- Wearing-Course*. Pengujian yang dilakukan penelitian ini adalah pengujian karakteristik agregat kasar, halus, *filler*, dan aspal kemudian merancang komposisi campuran AC-WC serta pengujian perendaman *Marshall* untuk karakteristik campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik campuran AC-WC yang menggunakan Batu Sungai Tetean dan *styrofoam* sebagai bahan tambah melalui pengujian test *Marshall* diperoleh nilai karakteristik campuran yaitu *stabilitas*, *flow*, *VIM*, *VMA*, dan *VFB* semuanya memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pengaruh penambahan *styrofoam* pada campuran AC-WC mampu mengisi rongga pada campuran yang membuat rongga menjadi lebih kecil, membuat ikatan antara agregat menjadi lebih kuat sehingga dengan adanya penambahan *styrofoam* campuran menjadi lebih kedap air/ tahan terhadap air ,cuaca dan beban lalu lintas.

Kata Kunci : AC-WC, *Styrofoam*, Karakteristik, *Marshall Test*

Abstract

Roads are a very important need for the community of Mamasa Regency, so research is carried out on the Tetean river stone whether it is suitable for use as pavement for Asphalt Concrete-Wearing-Course mixture. The methodology in this research is to perform a series of tests on the characteristics of coarse, fine aggregate, filler, and asphalt then design the composition of the AC-WC mixture and Marshall immersion test for the characteristics of the mixture. The results showed that the characteristics of the AC-WC mixture using Tete River Stone and styrofoam as added materials through the Marshall test obtained the mixed characteristic values, namely stability, flow, VIM, VMA, and VFB all met the General Specifications of Highways 2018. The effect of adding styrofoam to the mixture AC-WC is able to fill voids in the mixture which makes the voids smaller, making the bonds between the aggregates stronger so that with the addition of Styrofoam the mixture becomes more watertight/resistant to water, weather and traffic loads.

Keywords: AC-WC, *Styrofoam*, Characteristics, *Marshall Test*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat kabupaten mamasa, tanpa jalan yang baik aktivitas mobilitas tidak akan berjalan dengan baik, karena pentingnya suatu jalan yang baik, maka adalah hal yang wajar jika pembangunan jalan Di Kabupaten Mamasa sangat diprioritaskan karena menyangkut kemajuan daerah tersebut, serta pemanfaatan batu sungai Tetean sebagai salah satu agregat campuran aspal, yang digunakan untuk perkerasan jalan terutama pada perkerasan lentur [1], Seiring berjalannya perkembangan teknologi, banyak inovasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan jalan yaitu dengan menaikkan mutu aspal yang dapat dilakukan dengan menambahkan bahan tambah (additive) ke dalam campuran aspal [2], Siapkan bahan yang akan digunakan seperti agregat kasar, halus, aspal, *filler* dan *styrofoam* sebagai bahan tambah. Lakukan tiga tahapan penelitian yaitu pemeriksaan karakteristik agregat, aspal, dan *filler* (data sekunder), [3] Sebelum *styrofoam* ditambahkan dengan aspal *styrofoam* dibersihkan lalu dipecah-pecahkan menjadi lebih kecil terlebih dahulu agar mudah dicampur dengan aspal. Lanjutkan dengan rancangan komposisi campuran AC-WC dengan variasi penambahan *styrofoam* 4%, 6%, dan 8% dari berat total aspal, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dimana komposisi agregat dipanaskan sampai suhu pencampuran 150 °C. Aspal yang panas ditimbang kemudian dicampurkan dengan bahan tambah *styrofoam* yang sudah dipecah-pecahkan. Aspal yang telah ditambahkan *styrofoam* lalu dicampurkan dengan agregat yang sudah dipanaskan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *Marshall* Konvensional untuk mengetahui karakteristik campuran berupa *stabilitas*, *flow*, *VIM*, *VMA* dan *VFB* . [4]

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah banyak dilakukan penelitian yang sejenis mengenai penambahan *styrofoam* sebagai material konstruksi. Hasil penelitian yang didapatkan pada penelitian tersebut yaitu nilai kadar *styrofoam* optimum pada campuran AC-WC memiliki nilai *VIM* terkecil pada kadar 8% nilai *stabilitas* tertinggi terhadap campuran AC-WC dengan kadar *styrofoam* 6% sebesar 1715,98 kg/mm, nilai *VIM* terkecil terhadap campuran AC-WC dengan kadar *styrofoam* 8% sebesar 3,25%, nilai terhadap *FLOW* terbesar terhadap campuran AC-WC dengan kadar *styrofoam* 0% sebesar 3,50 kg/mm, nilai terhadap *VMA* terkecil terhadap campuran AC-WC dengan kadar *styrofoam* 8% sebesar 15,20%, nilai terhadap *VFB* terkecil terhadap campuran AC-WC dengan kadar *Styrofoam* 0% sebesar 70,72% .Karakteristik campuran AC-WC yang melalui pengujian *Marshall* Konvensional dengan penambahan Limbah *styrofoam* nilai parameter *Stabilitas*, *Flow*, *VIM*, *VMA* dan *VFB* semuanya memenuhi ketentuan, Dari pengujian *Marshall* immersion didapatkan nilai SMS yaitu sebesar 94,69% dimana nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang telah ditemukan yaitu minimum 90%, Dari penambahan serbuk *styrofoam* pada campuran AC-WC membuat rongga pada campuran menjadi kecil sehingga campuran tahan terhadap air .

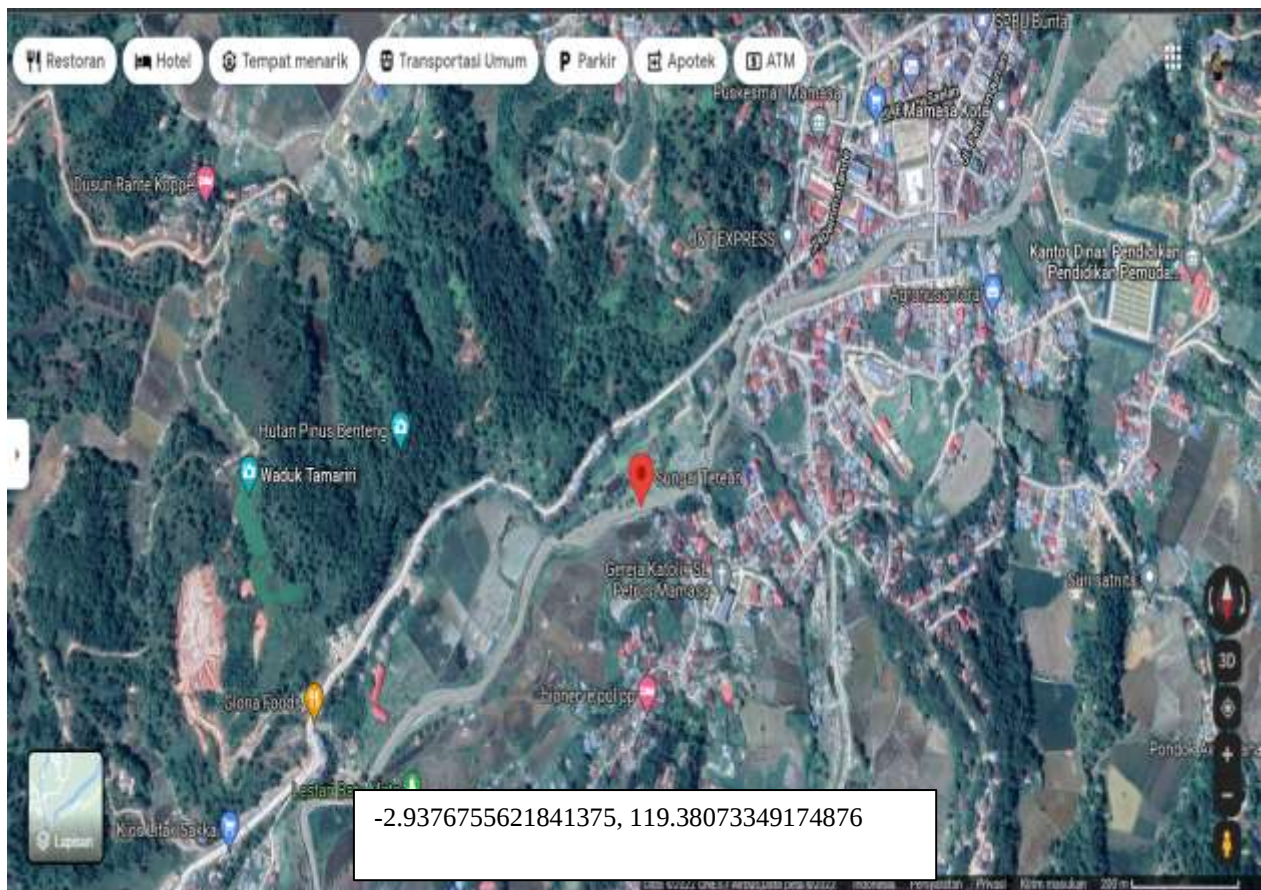
Pengaruh substitusi *styrofoam* pada campuran aspal penetrasi 60/70 terhadap *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan pengujian *Marshall*, hasil *Marshall* nilai *bulk density* sebesar 3,289%, nilai *stability* sebesar 681 kg, nilai *VIM* sebesar 6,48%, nilai *VFA* sebesar 78,16, nilai *VMA* sebesar 18,10%, nilai *flow* sebesar 4,57 mm [5], Karakteristik *Marshall* pada Campuran AC-WC Dengan Penambahan *Styrofoam* hasil uji *Marshall* terbaik diperoleh pada kadar *styrofoam* 6,5% dengan nilai *stabilitas* 1362.045 kg, nilai *VIM* 4,96%, *VMA* 15,025%, *VFA* 67,800%, *flow* 3,44 mm, dan *MQ* 416.338 kg/mm [6], Pengaruh penggunaan *styrofoam* sebagai bahan tambah aspal penetrasi 60/70 dengan kadar 1%, 2% dan 3% pada Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC), hasil uji *Marshall* terbaik diperoleh pada kadar *styrofoam* 5,5% dengan nilai *stabilitas* 943.87kg, nilai *VIM* 7,92%, *VMA* 14,04%, *VFA* 43,56%, *flow* 3,3 mm, dan *MQ* 291.4 kg/mm [7], Pengaruh penambahan *styrofoam* pada aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC), hasil uji *Marshall* terbaik diperoleh pada kadar *styrofoam* 4% dengan nilai *stabilitas* 978.78kg, nilai *VIM* 6,72%, *VMA* 14,67%, *VFA* 42,67%,

flow 2,5 mm, dan MQ 295.7 kg/mm [8], Pengaruh substitusi *styrofoam* pada aspal dengan metode pencampuran kering *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*, hasil *Marshall* nilai *bulk density* sebesar 3,289%, nilai *stability* sebesar 681 kg, nilai *VIM* sebesar 6,48%, nilai *VFA* sebesar 78,16, nilai *VMA* sebesar 18,10%, nilai *flow* sebesar 4,57 mm [9], Pemanfaatan limbah *styrofoam* untuk bahan aditif pada *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*, hasil uji *Marshall* terbaik diperoleh pada kadar *Styrofoam* 1% dengan nilai *stabilitas* 1981.59kg, nilai *VIM* 4,71%, *VMA* 16,45%, *VFA* 71,00%, *flow* 2,43 mm, dan MQ 295. kg/mm [10].

METODOLOGI

1. Lokasi Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material adalah desa buntu buda kecamatan mamasa, kabupaten mamasa lokasi tepatnya terletak di sungai tetean dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pengambilan Agregat

2. Perancangan Komposisi Lapis Aus (AC-WC)

Komposisi campuran AC-WC terdiri dari agregat, *filler* (komponen pengisi), dan bahan pengikat yaitu aspal. Campuran AC-WC yang digunakan didasarkan pada grafik dan metode analisis yaitu berdasarkan tabel batas spesifikasi gradasi campuran, kemudian ditentukan gradasi ideal yaitu nilai rata-rata batas spesifikasi untuk setiap gradasi. Dan kemudian menghitung proporsi masing-masing fraksi, yaitu Persyaratan agregat kasar, agregat halus dalam campuran aspal. Langkah terakhir adalah memasukkan semua hasil gradasi campuran ke dalam grafik gradasi untuk menunjukkan apakah setiap persentase skala

gradasi dalam campuran berada dalam rentang skala gradasi yang sesuai dengan spesifikasi. Dengan catatan ukuran dari fraksi tersebut didasari oleh Departemen Pekerjaan Umum, 2018, “*Pelaksanaan Lapis Beton Aspal Untuk Jalan Raya*”.

Tabel 1. Komposisi Agregat Campuran untuk AC-WC Kadar Aspal 5%

Ukuran Saringan		Lolos Saringan			Tertahan Saringan			Komposisi Campuran (%)
Inch	mm	Spesifikasi (%)		Gradasi Campuran (%)	Proporsi (%)	Proporsi Dalam Campuran (%)	Berat Dalam Campuran (gram)	
1½"	37,500							37,50
1"	25,000							
¾"	19,000	100		100,00				
1/2"	12,500	90	-	100	95,00	5	4,45	54,00
3/8"	9,500	77	-	90	83,50	11,5	11,00	132,00
No.4	4,750	53	-	69	61,00	22,5	22,00	264,00
No.8	2,360	33	-	53	43,00	18	17,50	210,00
No.16	1,180	21	-	40	30,50	12,5	12,00	144,00
No.30	0,600	14	-	30	22,00	8,5	8,00	96,00
No.50	0,300	9	-	22	15,50	6,5	6,00	72,00
No.100	0,150	6	-	15	10,50	5	4,50	54,00
No.200	0,075	4	-	9	6,50	4	3,50	42,00
PAN (Filler)					6,5	6,00	72,00	6,00
Aspal					5,00	5,00	60,00	5,00
Total					100	100,00	1200,00	100,00

3. Perhitungan Kadar Styrofoam Perkiraan Awal Untuk AC-WC

Untuk perhitungan penggunaan kadar styrofoam yang digunakan.

Tabel 2. Komposisi Campuran AC-WC Dengan Penambahan styrofoam

Kadar Styrofoam	0%	2%	4%	6%	8%
Agregat Kasar (gr)	450	450	450	450	450
Agregat Halus (gr)	618	618	618	618	618
Filler (gr)	72	72	72	72	72
Limbah Styrofoam (gr)	0	1,2	2,4	3,6	4,8
Aspal (gr)	60	60	60	60	60
Total Berat (gr)	1200	1201,2	1202,4	1203,6	1204,8

4. Persiapan Sampel Asphalt Concrete-Wearing Course

Persiapan material agregat berupa batuan dari sungai Tetean sebelum pemeriksaan di laboratorium dilakukan pemecahan batu dengan ukuran-ukuran yang dibutuhkan sesuai spesifikasi campuran AC-WC.

5. Pemeriksaan/Pengujian Lapis Aus Untuk Test Marshall Konvensional

Pengujian *Marshall* konvensional untuk campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC). Pada pengujian benda uji direndam selama 30 menit dengan suhu 60°C. Hasil pengujian *Marshall* campuran aspal menunjukkan sifat-sifat mekanik dari campuran yaitu, *stabilitas*, *Flow*, *VFB*, *VMA*, *VIM*.

6. Penentuan Nilai KAO Campuran AC-WC

Untuk kadar *styrofoam* optimum pada campuran AC-WC dipilih yang memiliki nilai *VIM* yang paling kecil, karena pada lapisan AC-WC merupakan perkerasan lapisan aus atau lapisan yang kedap air yang berfungsi menjaga lapisan dibawahnya. Apabila nilai *VIM* terlalu besar, maka dapat mengakibatkan campuran menjadi tidak kedap air, terdapatnya keretakan pada permukaan, pelepasan butir agregat dan pengelupasan, sehingga dibutuhkan nilai *VIM* yang lebih kecil.

7. Persiapan Sampel Nilai KAO

Sampel yang di telah di uji di *Marshall* Konvensional. Kemudian dianalisis karakteristiknya untuk menentukan kadar aspal optimum. Sehingga dilakukan pembuatan sample ulang pada kadar aspal optimum campuran beraspal AC-WC setelah itu dilakukan Pengujian *Marshall* Immersion untuk menentukan *Marshall* Sisa.

8. Pemeriksaan Stabilitas *Marshall* Sisa (*Immersion Test*)

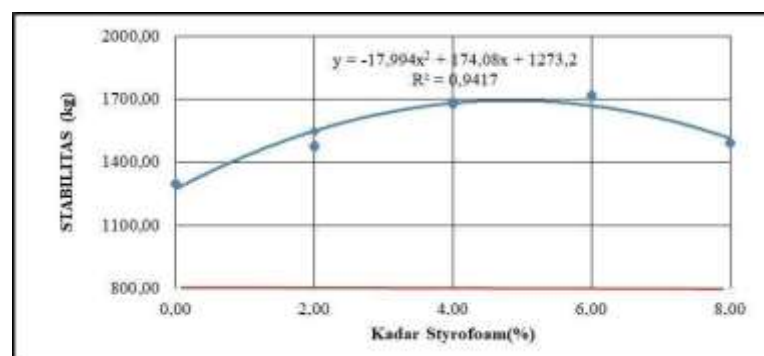
Pengujian *Marshall Immersion* untuk campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC), pada pengujian ini benda uji direndam selama 24 jam dengan suhu 60°C agar kita dapat mengetahui apakah campuran yang kita rencanakan masih tahan terhadap air, setelah terendam lama dan mendapatkan nilai *Stabilitas Marshall* Sisa, yaitu rasio perbandingan nilai *stabilitas Marshall* Konvensional dan *Marshall Immersion*.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Campuran

a. Analisa Terhadap Stabilitas

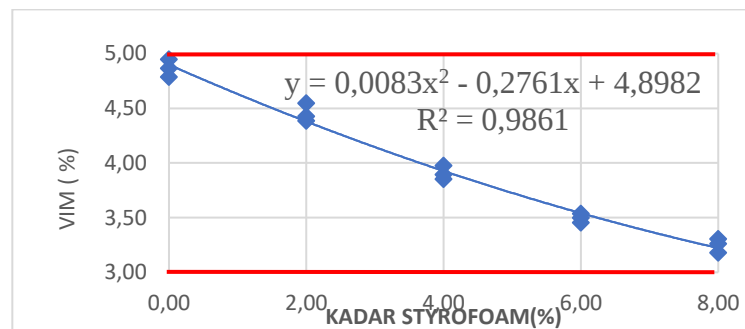
Dengan menggunakan kadar *Styrofoam* 0% - 8% untuk campuran AC-WC diperoleh nilai *stabilitas* untuk kadar *Styrofoam* 0% sebesar 1296,75 kg, untuk kadar *Styrofoam* 2% diperoleh nilai *stabilitas* sebesar 1501,99 kg, untuk kadar *Styrofoam* 4% diperoleh nilai *stabilitas* sebesar 1682,66 kg untuk kadar *Styrofoam* 6% diperoleh nilai *stabilitas* sebesar 1715,98,24 kg, dan untuk kadar *Styrofoam* 8% diperoleh nilai *stabilitas* sebesar 1491,07 kg. Semua nilai *stabilitas* untuk campuran AC-WC memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa setiap penambahan kadar *Styrofoam* 0% - 6% *stabilitas* mengalami kenaikan dan pada kadar *styrofoam* 8% *stabilitas* mengalami Penurunan.



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi *Styrofoam* Dengan *Stabilitas* Campuran AC-WC

b. Analisa Terhadap VIM (Void In Mix)

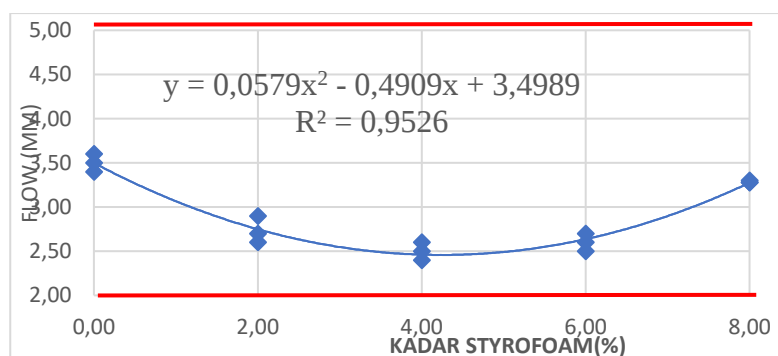
Dengan menggunakan kadar *Styrofoam* 0% - 8% diperoleh nilai *VIM* untuk kadar *Styrofoam* 0% diperoleh nilai *VIM* sebesar 4,87%, untuk kadar *Styrofoam* 2% diperoleh nilai *VIM* sebesar 4,45%, untuk kadar *Styrofoam* 4% diperoleh nilai *VIM* sebesar 3,91%, untuk kadar *Styrofoam* 6% diperoleh nilai *VIM* sebesar 3,50%, dan untuk kadar *Styrofoam* 8% diperoleh nilai *VIM* sebesar 3,25%. Semua nilai *VIM* dengan variasi kadar *Styrofoam* 0% - 8% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa kadar *Styrofoam* 0% - 8% nilai *VIM* mengalami penurunan.



Gambar 3. Grafik Hubungan Variasi *Styrofoam* Dengan *VIM* Campuran AC-WC

c. Analisa Terhadap Flow

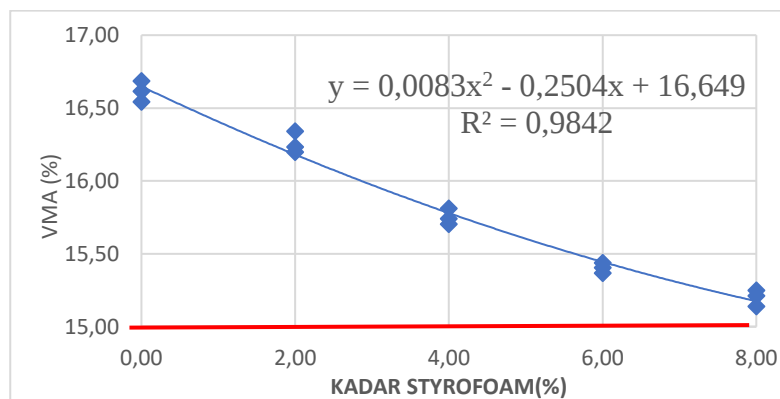
Dengan menggunakan kadar variasi *Styrofoam* 0% - 8% diperoleh nilai *Flow* untuk kadar variasi *Styrofoam* 0% sebesar 3,50 mm, untuk kadar *Styrofoam* 2% diperoleh nilai *flow* sebesar 2,73 mm, untuk kadar *Styrofoam* 4% diperoleh nilai *flow* sebesar 2,50 mm, untuk kadar *Styrofoam* 6% diperoleh nilai *flow* sebesar 2,60 mm, dan untuk kadar *Styrofoam* 8% diperoleh nilai *flow* sebesar 3,29 mm. Semua nilai *flow* dengan kadar variasi *Styrofoam* 0% - 8% telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat pada kadar *styrofoam* 0% - 4% mengalami penurunan dan pada kadar *styrofoam* 6% – 8% mengalami kenaikan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi *Styrofoam* Dengan *Flow* Campuran AC-WC

d. Analisa Terhadap VMA (Void In Mineral Aggregate)

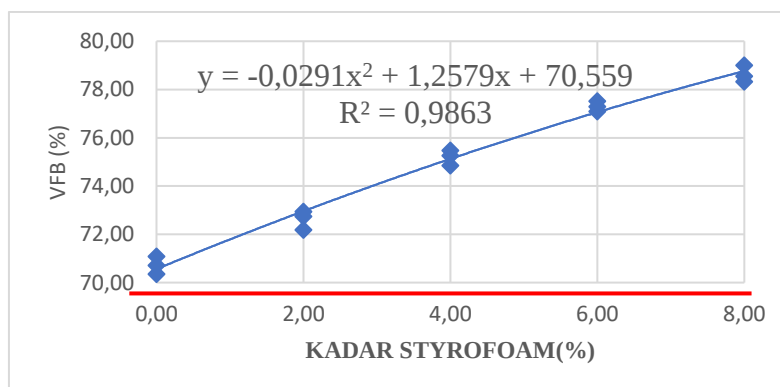
Dengan menggunakan kadar variasi *Styrofoam* 0% - 8% diperoleh nilai *VMA* untuk kadar *Styrofoam* 0% sebesar 16,61 %, untuk kadar *Styrofoam* 2% diperoleh nilai *VMA* sebesar 16,26%, untuk kadar variasi *Styrofoam* 4% diperoleh nilai *VMA* sebesar 15,75%, untuk kadar *Styrofoam* 6% diperoleh nilai *VMA* sebesar 15,40%, dan juga untuk kadar *Styrofoam* 8% diperoleh nilai *VMA* sebesar 15,20%. Semua nilai *VMA* dengan kadar variasi *Styrofoam* 0% - 8% telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat pada kadar *Styrofoam* 0% - 8% nilai *VMA* mengalami Penurunan.



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Styrofoam Dengan VMA Campuran AC-WC

e. Analisa Terhadap VFB (Void Filled With Bitumen)

Dengan menggunakan kadar variasi Styrofoam 0% - 8% diperoleh nilai VFB untuk kadar variasi Styrofoam 0% sebesar 70,72 %, untuk kadar Styrofoam 2% diperoleh nilai VFB sebesar 72,62%, untuk kadar Styrofoam 4% diperoleh nilai VFB sebesar 75,20%, untuk kadar Styrofoam 6% diperoleh nilai VFB sebesar 77,31%, dan juga untuk kadar Styrofoam 8% diperoleh nilai VFB sebesar 78,63%. Semua variasi kadar Styrofoam memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa penggunaan kadar Styrofoam 0% - 8% nilai VFB mengalami Kenaikan .



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Styrofoam Dengan VFB Campuran AC-WC

f. Penentuan KAO

Berdasarkan hasil dari analisis karakteristik campuran AC-WC dapat dilihat kadar styrofoam dalam campuran AC-WC bahwa semua kadar styrofoam yang digunakan memenuhi karakteristik campuran AC-WC dan kadar styrofoam tersebut 0% sampai 8% untuk campuran AC-WC. Karna AC-WC merupakan lapisan kedap air jadi yang dipilih adalah Nilai VIM T terkecil yang berada di kadar 8%

g. Hasil Stabilitas Marshal Sisa (SMS)

Dari hasil pengujian Marshall Immersion didapatkan stabilitas Marshall Sisa sebesar 94,69% untuk campuran AC-WC pada kadar 8%. Nilai tersebut telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Badan Penelitian Dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2018 yaitu minimal 90%. Berdasarkan nilai yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa penggunaan styrofoam sebagai bahan tambah menggunakan agregat dari sungai Tetean kabupaten mamasa untuk campuran AC-WC tahan terhadap suhu dan lama perendaman dalam air.

KESIMPULAN

Karakteristik campuran AC-WC yang melalui pengujian *Marshall* Konvensional dengan penambahan Limbah *styrofoam* nilai parameter *Stabilitas*, *Flow VIM*, *VMA* dan *VFB* semuanya memenuhi ketentuan. Dari pengujian *Marshall Immersion* didapatkan nilai *Stabilitas Marshall* Sisa yaitu sebesar 94,69% dimana nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang telah ditemukan yaitu minimum 90%. Dari penambahan serbuk *styrofoam* pada campuran AC-WC membuat rongga pada campuran menjadi kecil sehingga campuran tahan terhadap air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Ayu, Alpius, dan C. Kamba, "Pemanfaatan Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa Dalam Campuran Laston Lapis Aus", Makassar: Skripsi. Universitas Kristen Indonesia Paulus, 2021.
- [2] Yafet, "Tinjauan Kinerja Campuran Aspal Porus Dengan Bahan Tambah *Styrofoam*", Makassar: Universitas Fajar, 2021.
- [3] S. Syamsuwirman, "Study Penambahan *Styrofoam* Pada Perkerasan Aspal *Concrete-Wearing Course* (AC-WC)," *Universitas Andalas*, Vol. 7, No. 1, Pp. 76-82, 2016.
- [4] M. Aldiansyah, D. Setiawan "Penambahan *Styrofoam* Dengan Kadar 4%, 6% Dan 8%, Sebagai Bahan Tambah (Hrs-Wc) Terhadap Karakteristik Marshall," *University Of Technology Yogyakarta*, Vol. 6, No. 2, Pp. 15-23, 2021. (<http://eprints.uty.ac.id/id/eprint/7431>)
- [5] R. Irwansyah, "Pengaruh Substitusi *Styrofoam* Pada Campuran Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap *Asphalt Concrete – Wearing Course* (Ac-Wc) Dengan Pengujian Marshall," *Jurnal Muhammadiyah*
- [6] Sulianti, Ika "Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC Dengan Penambahan *Styrofoam*," *Forum Mekanika*, Vol. 8, No. 215-121, 2019.
- [7] A. Nuryanto, Danang, Dan D. Setiawan "Pengaruh Penggunaan *Styrofoam* Sebagai Bahan Tambah Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Kadar 1%, 2% Dan 3% Pada Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)," *University Technology Malang*, Vol. 7, No. 1, Pp. 18-24, 2021.
- [8] J. Muriadi Ritan, R. Eva, Dan P. Robby "Pengaruh Penambahan *Styrofoam* Pada Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)," *Universitas Bung Hatta*, Vol. 9, No. 2, Pp. 56-62, 2020.
- [9] Amiruddin, F. Dian Kurniasari, Dan Buyamin "Pengaruh Substitusi *Styrofoam* Pada Aspal Dengan Metode Pencampuran Kering *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)," *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, Vol. 7, No. 1, Pp. 78-83, 2021.
- [10] D. Widodo, "Pemanfaatan Limbah *Styrofoam* Untuk Bahan Aditif Pada *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)," *Universitas Negeri Malang*, Vol. 9, No. 2, Pp. 14-21, 2017.