

Pengaruh Styrofoam Bekas pada Campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Teik Toraja Utara

Febrianto Paembonan *¹, Alpius *², Charles Kamba *³

*¹ Mahasiswa Program Studi Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia febriantopaembonan016@gmail.com

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

Corresponding Author: kamba.charles@gmail.com

Abstrak

Styrofoam merupakan bahan yang memiliki sifat aditif yang sama dengan aspal yaitu *thermoplastik*, dan merupakan bahan pengikat baru sehingga ini menjadi salah satu alasan untuk menggunakan *Styrofoam* bekas sebagai bahan tambah, dimana memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik campuran AC-WC yang menggunakan agregat sungai Teik dengan bahan tambah *Styrofoam* bekas, dan mengetahui pengaruh *Styrofoam* bekas terhadap campuran AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Teik. Karakteristik campuran AC-WC yang menggunakan bahan tambah *Styrofoam* bekas melalui pengujian *Marshall* Konvensional diperoleh nilai VIM rata-rata terbesar berada pada kadar 1%= 4,21%, untuk nilai *FLOW* diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 1%= 3,50, untuk nilai VMA diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 1%= 17,83, untuk nilai VFB diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 5%= 80,87 dan stabilitas diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 5%= 1559,48 telah memenuhi Standar Bina Marga 2018. Pengaruh penambahan *Styrofoam* bekas pada campuran AC-WC sangat memengaruhi nilai *Flow*, VIM, VMA, VFB serta Stabilitas.

Kata Kunci: Pengaruh *Styrofoam*, AC-WC (*asphalt concrete-wearing course*), Batu Sungai

Abstract

Styrofoam is a material that has the same additive properties as asphalt, namely *thermoplastic*, and is a new binder *Styrofoam* as an added material, which has the aim of knowing the characteristics of the AC-WC mixture using Teik river aggregate with raw materials. The characteristics of the AC-WC mixture using used *Styrofoam* added through the Conventional *Marshall* test obtained the largest average VIM value at 1% = 4.21%, for the *FLOW* value the largest average value was obtained at 1% = 3.50, for the VMA value the largest average value was obtained at 1% = 17.83, for the VFB value the largest average value was obtained at 5% = 80.87 and stability obtained the largest average value at 5% = 1559, 48 has met the 2018 Highways Standard. The effect of adding used *Styrofoam* to the AC-WC mixture greatly affects the *Flow*, VIM, VMA, VFB and Stability values.

Keywords: Effect of *Styrofoam*, AC-WC (*asphalt concrete-wearing course*), river rock

PENDAHULUAN

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah banyak dilakukan penelitian sejenis diantaranya penelitian mengenai “Penggunaan *Styrofoam* sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Ditinjau dari Parameter *Marshall*” sudah pernah dilakukan. Hasilnya menerangkan berat jenis agregat kasarnya 2,585 dan

penyerapannya 2,143%; berat jenis agregat halus 2,561 dan *absorption* 1,215%; keausan dengan mesin Los Angeles sebesar 35,45%. Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran laston AC-BC sebesar 5,75%. Nilai stabilitasnya naik. Nilai *flow* turun. Nilai MQ naik. Nilai VIM naik. Nilai VMA naik pada kadar 0,5 – 2%, dan kemudian turun pada kadar 2,5%. Nilai VFA turun pada kadar 0,5 – 2%, dan kemudian naik pada kadar 2,5% [2]. Penelitian tentang “Pengaruh penambahan *Styrofoam* pada Aspal Porus (AC-WC) terhadap Karakteristik *Marshall*”, hasil pengujiannya *Styrofoam* mempengaruhi nilai karakteristik *marshall*. Persentase penambahan *Styrofoam* berbanding terbalik dengan nilai VIM, VMA, *flow* pada campuran aspal *porus*, dan berbanding lurus dengan kepadatan, VFA, stabilitas, dan MQ [3]. Penelitian tentang “*Styrofoam* sebagai Pengganti Aspal Penetrasi 60/70 dengan Kadar 0%, 6,5%, 7,5%, 8,5%, dan 9,5% pada Campuran AC-WC”. KAO yang didapatkan dari pengujian ini sebesar 5,5%. Berdasarkan parameter nilai *Marshall* kadar terbaik didapat pada campuran 7,5%. Dari campuran ini VMA sebesar 17,21%, nilai VFA sebesar 71,66%, nilai VIM sebesar 4,89%, nilai *flow* sebesar 1,68mm, nilai stabilitas sebesar 1304,82kg, dan nilai MQ sebesar 925,30kg/mm [4]. Penelitian tentang “Pemanfaatan Limbah *Styrofoam* untuk Substitusi Aspal Pen 60/70 pada Laston dengan Metode Pencampuran Basah dan Kering”. Hasil penelitiannya kadar aspal 5,50% pada metode basah yang memenuhi persyaratan Bina Marga dengan tambahan *Styrofoam* 12% dan nilai stabilitas yaitu 1000,52kg dan kadar aspal 5% adalah hasil terbaik dari metode kering dengan penambahan *Styrofoam* 15% dan nilai stabilitasnya 1623,40kg [5]. Penelitian tentang “Karakteristik *Marshall* Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan Penambahan *Styrofoam*”. Kadar 6,5% adalah hasil terbaik dengan nilai stabilitas 1362,045kg, VMA 15,02%, nilai VITM 4,96%, *flow* 3,44mm, MQ 416,338kg/mm, dan VFWA 67,8% [6]. Penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Minyak Pelumas Bekas dan *Styrofoam* pada Beton Aspal”. Hasil penelitiannya berbanding lurus dengan nilai *density*, Void In The Mix (VITM), stabilitas, dan *Marshall Quotient* (QM) dalam campuran. Pada penambahan 10% dan 12,5% diperoleh KAO yaitu 7%. Pada 0,03% dan 5% diperoleh KAO 6,5%. Jadi penambahan minyak pelumas bekas dengan 0,03% *Styrofoam* berbanding terbalik dengan kekakuan dan memperbaiki elastisitas pada campuran, sehingga keretakan pada lapis permukaan jalan tidak mudah terjadi [7]. Penelitian tentang “Pengaruh Penambahan *Styrofoam* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC”. Hasilnya berbanding terbalik dengan penetrasi aspal. Dengan penambahan *Styrofoam* kadar 7% menunjukkan nilai DS (Stabilitas Dinamis) > 2500 lintasan/mm. Dengan adanya penambahan *Styrofoam* ini dapat menaikkan kinerja campuran aspal dalam menerima beban berulang dan permukaan jalan tidak mudah retak [8]. Penelitian tentang “Pengaruh Penambahan *Styrofoam* pada Campuran Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan Pengujian *Marshall*”. Didapatkan hasil KAO 6,24% dengan campuran kadar *Styrofoam* yang diuji adalah dari 2%, 2,5%, dan 3%. Penambahan *Styrofoam* terbaik pada kadar 2,5%. Pada campuran ini didapat nilai kepadatan massal sebesar 2,289%, nilai VIM sebesar 5,28%, nilai stabilitas sebesar 791kg, nilai VMA sebesar 16,70%, nilai VFA sebesar 68,56, nilai *flow* sebesar 3,97mm [9]. Penelitian tentang “Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi *Styrofoam* pada Aspal Penetrasi 60/70”. Diperoleh hasil KAO 5,76% dan kadar aspal terbaik pada 6,26% dengan substitusi *Styrofoam* 9%, diluar nilai stabilitas yang hanya 495,92kg (tidak memenuhi) *Australian Asphalt Pavemen Association* (1991) yaitu minimum 500kg semua parameter telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan [10]. Penelitian tentang “*Study* Penambahan *Styrofoam* pada perkerasan *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC)”. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan aspal dengan penambahan *Styrofoam* berbanding lurus dengan stabilitas, dan kelelahan. Untuk campuran yang terbaik adalah campuran aspal +1,5% *Styrofoam*, yang KAO 6,75% dengan nilai stabilitas terbesar yaitu 1140kg, nilai *flow* 5,8mm, nilai VMA 1,9%, VFB 18,4%, VFA 90%, nilai MQ 210kg/mm [11]. Penelitian tentang “Pengaruh Penggunaan *Styrofoam* sebagai Bahan Tambah terhadap Karakteristik Beton Aspal”. Hasil penambahan *Styrofoam*, didapatkan kadar aspal optimum 5% pada kadar *additive* 0,01%, nilai

stabilitas, nilai *density* dan QM cenderung meningkat. sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran aspal beton [12].

METODE PENELITIAN

1. Material

Agregat yang digunakan dari Sungai Teik, Kabupaten Toraja Utara seperti pada gambar 1. Aspal yang dipakai merupakan aspal dengan penetrasi 60/70 yang diperoleh dari Departemen Umum (DPU) Baddoka, Styrofoam bekas yang digunakan didapatkan dari tempat pembuangan sampah di sekitar Jalan Biring Romang, Kelurahan Kapasa, Makassar. Material Pengisis (filler) menggunakan semen portland



Gambar 1. Lokasi pengambilan material

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

Pemeriksaan karakteristik telah dilakukan dan telah lolos spesifikasi Bina Marga 2018 [1].

3. Komposisi Campuran AC-BASE

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dengan penambahan *styrofoam* bekas dengan variasi penambahan 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dalam komposisi campuran AC-WC.

4. Pembuatan Sampel

Pembuatan benda uji dimulai dengan memasukkan aspal dan agergat kemudian dicampurkan dengan *styrofoam* bekas dan *filler* berdasarkan variasi penambahan.

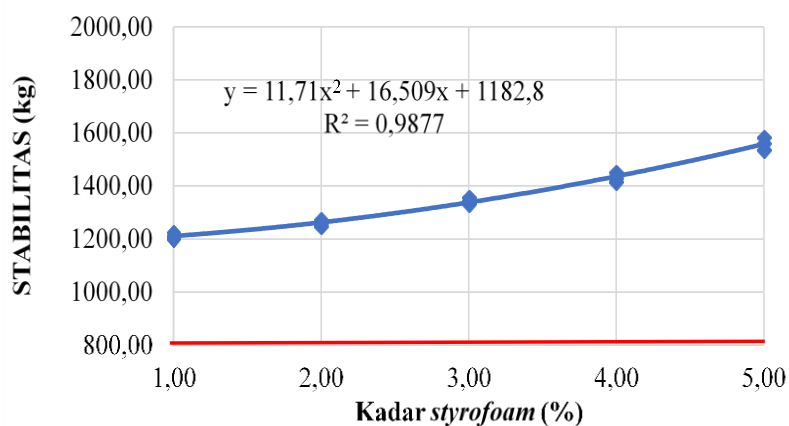
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Terhadap Stabilitas

Tabel 1. Hasil Uji Stabilitas

Persyaratan	Minimal 800 (kg)
Kadar <i>styrofoam</i> bekas (%)	Stabilitas
1,00	1199,60
1,00	1211,60
1,00	1223,59
Rata-rata	1211,60
2,00	1247,59
2,00	1259,58
2,00	1271,58
Rata-rata	1259,58
3,00	1331,56
3,00	1343,55

Persyaratan	Minimal 800 (kg)
Kadar styrofoam bekas (%)	Stabilitas
3,00	1355,55
Rata-rata	1343,55
4,00	1415,53
4,00	1427,53
4,00	1451,52
Rata-rata	1431,52
5,00	1535,49
5,00	1559,48
5,00	1583,47
Rata-rata	1559,48



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Styrofoam bekas dengan Stabilitas

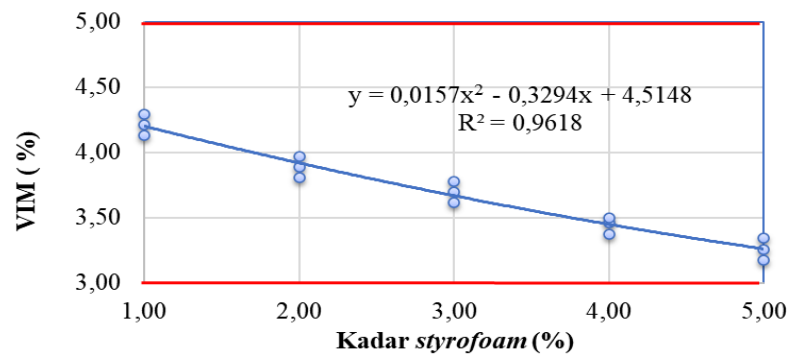
Penggunaan Styrofoam bekas sebesar 1%-5% untuk campuran AC-WC diperoleh nilai stabilitas rata-rata antara 1211,60 kg – 1559,48 kg.

2. Analisis Terhadap Void in Mix (VIM)

Tabel 2. Hasil Uji Void in Mix (VIM)

Persyaratan	3-5 (%)
Kadar Styrofoam bekas (%)	VIM
1,00	4,29
1,00	4,21
1,00	4,13
Rata-rata	4,21
2,00	3,97
2,00	3,89
2,00	3,81
Rata-rata	3,89
3,00	3,78
3,00	3,69
3,00	3,61
Rata-rata	3,69
4,00	3,46
4,00	3,38
4,00	3,50

Persyaratan	3-5 (%)
Rata-rata	3,44
5,00	3,34
5,00	3,26
5,00	3,18
Rata-rata	3,26



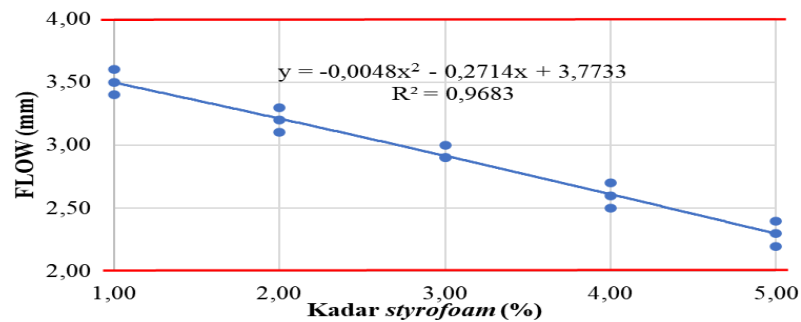
Gambar 3. Grafik hubungan Variasi *Styrofoam* bekas dengan VIM

Penggunaan *Styrofoam* bekas sebesar 1%-5% untuk campuran AC-WC diperoleh nilai VIM rata-rata antara 3,26% – 4,21%.

3. Analisis terhadap *Flow*

Tabel 3. Hasil Uji *Flow*

Persyaratan	2-4 (mm)
Kadar <i>Styrofoam</i> bekas (%)	<i>Flow</i>
1,00	3,60
1,00	3,50
1,00	3,40
Rata-rata	3,50
2,00	3,30
2,00	3,20
2,00	3,10
Rata-rata	3,20
3,00	3,00
3,00	2,90
3,00	2,90
Rata-rata	2,93
4,00	2,70
4,00	2,50
4,00	2,60
Rata-rata	2,60
5,00	2,30
5,00	2,40
5,00	2,20
Rata-rata	2,30



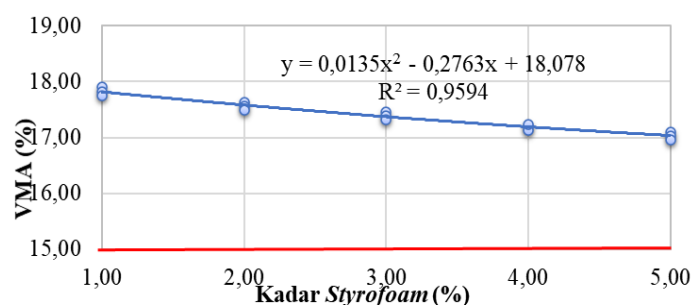
Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Styrofoam bekas dengan Flow

Penggunaan Styrofoam bekas sebesar 1%-5% untuk campuran AC-WC diperoleh nilai *flow* rata-rata antara 2,30 mm – 3,50 mm.

4. Analisis terhadap Void in Mineral Aggregate (VMA)

Tabel 4. Hasil Uji Void in Material Aggrregate (VMA)

Persyaratan	Min 15(%)
Kadar Styrofoam bekas (%)	VMA
1,00	17,89
1,00	17,83
1,00	17,76
Rata-rata	17,83
2,00	17,62
2,00	17,55
2,00	17,48
Rata-rata	17,55
3,00	17,46
3,00	17,39
3,00	17,32
Rata-rata	17,39
4,00	17,20
4,00	17,13
4,00	17,23
Rata-rata	17,19
5,00	17,10
5,00	17,03
5,00	16,96
Rata-rata	17,03



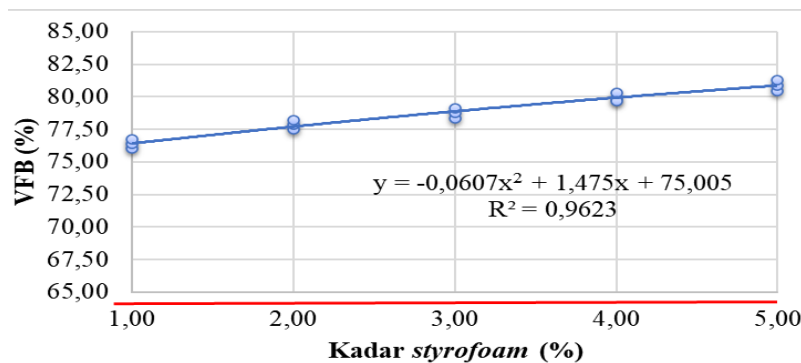
Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Styrofoam bekas dengan VMA

Penggunaan *Styrofoam* bekas sebesar 1%-5% untuk campuran AC-WC diperoleh nilai VMA rata-rata antara 17,03% – 17,83%.

5. Analisis terhadap Void Filled in Bitumen (VFB)

Tabel 5. Hasil Uji Void Filled in Bitumen (VFB)

Persyaratan	Min 65 (%)
Kadar <i>Styrofoam</i> bekas (%)	VFB
1,00	76,01
1,00	76,37
1,00	76,74
Rata-rata	76,37
2,00	77,48
2,00	77,85
2,00	78,23
Rata-rata	77,85
3,00	78,38
3,00	78,76
3,00	79,15
Rata-rata	78,76
4,00	79,89
4,00	80,29
4,00	79,70
Rata-rata	79,96
5,00	80,47
5,00	80,87
5,00	81,28
Rata-rata	80,87



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi *Styrofoam* bekas dengan VMA

Penggunaan *Styrofoam* bekas sebesar 1%-5% untuk campuran AC-WC diperoleh nilai VFB rata-rata antara 76,37% – 80,87%.

KESIMPULAN

Karakteristik campuran AC-WC yang menggunakan bahan tambah *Styrofoam* bekas melalui pengujian Marshall Konvensional diperoleh nilai VIM rata-rata terbesar berada pada kadar 1%= 4,21%, untuk nilai klelehan diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 1% adalah 3,50mm, untuk nilai VMA diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 1% adalah 17,83%, untuk nilai VFB diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 5% adalah 80,87 dan stabilitas diperoleh nilai rata-rata terbesar pada kadar 5% adalah 1559,48kg telah memenuhi Standar Bina Marga 2018.

Pengaruh *Styrofoam* bekas terhadap campuran AC-WC sangat mempengaruhi nilai Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, dan VFB. Penggunaan *Styrofoam* yang banyak membuat VIM menjadi kecil sehingga campuran dapat lebih kedap air, sekaligus membuat rongga dalam campuran banyak yang terisi oleh *styrofoam* yang mengakibatkan aspal tidak efektif dalam mengikat agregat sehingga kekuatan campuran menjadi berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Palullu Aldi. 2020. "*Kajian Pemanfaatn Batu Sungai Teik Kecamatan Nanggala Toraja Utara*". Universitas Kristen Indonesia Paulus, 2020.
- [2] Arum, DY, (2016) "*Penggunaan Styrofoam sebagai bahan tambah campuran aspal ditinjau dari parameter Marshall*". Universitas Negeri Malang, 2016.
- [3] Muahammad, DN. (2019) "*Pengaruh Penambahan Styrofoam pada Aspal Porus (AC-WC) terhadap Karakteristik Marshall*". Universitas Negeri Yogyakarta, 2019.
- [4] Adly Emil, (2016) "*Styrofoam sebagai Pengganti Aspal Penetrasi 60/70 dengan Kadar 0%, 6,5%, 7,5%, 8,5%, dan 9,5% pada Campuran AC-WC*". CENTRE, Civil and Electrical Engineering Journal, Vol. 11, No. 1, Juni 2016. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- [5] Kurniasari, FD, (2022) "*Pemanfaatan Limbah Styrofoam untuk Substitusi Aspal Pen 60/70 pada Laston dengan Metode Pencampuran Basah dan Kering*". Serambi Engineering, Vol. 7, No. 1, Januari 2022. Universitas Iskandar Muda, 2022.
- [6] Sulianti Ika, dkk (2019) "*Karakteristik Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) dengan Penambahan Styrofoam*". Jurnal Forum Mekanika, Vol. 8, No. 2, November 2019. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [7] L, JFS (2013) "*Pengaruh Penambahan Minyak Pelumas Bekas dan Styrofoam pada Beton Aspal*". Jurnal Teknik Sipil, Vol. 12, No. 2, April 2013. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [8] Maulana Kevin, (2019) "*Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC*". Jurnal Bidang Studi Transportasi, No.2, 2019. Universitas Sumatera Utara.
- [9] Irwansyah Rizki, (2021) "*Pengaruh Penambahan Styrofoam pada Campuran Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) dengan Pengujian Marshall*". Jurnal Teknik Sipil, No.4, 2021. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [10] Saleh SM, dkk (2014). "*Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70*". Jurnal Teknik Sipil, Vol. 21, No. 3, Desember 2014. Universitas Syah Kuala, 2014.
- [11] Syamsuwirman (2016) "*Study Penambahan Styrofoam pada perkerasan Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*". Jurnal Teknik Sipil, Oktober 2016. Universitas Andalas.
- [12] Sitanggang, YS (2010) "*Pengaruh Penggunaan Styrofoam sebagai Bahan Tambah terhadap Karakteristik Beton Aspal*". Jurnal Teknik Sipil, No. 12, Desember 2010. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [13] R. Rachman, "Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi," in Teknologi Bangunan dan Material, Makassar, Tohar Media, 2021, pp. 11 - 20.