

Pemanfaatan Agregat Sungai Masanda dalam Campuran AC – WC dengan Bahan Pengisi Abu Buah Aren

Salma Borong Mallua^{*1}, Rais Rachman^{*2}, Alpius^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia
Salmaborong20@gmail.com

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

Corresponding Author: Salmaborong20@gmail.com

Abstrak

Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai *filler* dalam campuran AC – WC yakni Abu buah aren. Kemudahan dalam memperoleh abu buah aren merupakan salah satu faktor dalam memilih untuk menggunakan bahan ini serta juga dapat memberikan nilai manfaat untuk limbah buah pohon aren. Pohon aren merupakan tanaman yang dapat dijumpai didaerah tropis seperti di Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan pengganti bahan kadar abu buah aren yang dapat meningkatkan sifat fisik campuran beraspal AC-WC serta mengetahui perubahan sifat fisik aspal beton akibat penambahan abu buah aren dan seberapa besar kekuatan daya dukung benda uji tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik campuran AC-WC jika menggunakan abu buah aren sebagai bahan pengisi dan untuk mengetahui pengaruh bahan pengisi abu buah aren terhadap campuran AC-WC. Pengujian karakteristik agregat kasar, halus, *filler* ,dan aspal merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini yang kemudian merancang komposisi campuran AC-WC pada batu sungai Masanda serta pengujian perendaman *Marshall* untuk memperoleh Stabilitas *Marshall* Sisa. Hasil pengujian *Marshall Immersion* pada campuran AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dapat dilihat pada kadar aspal 7 % dengan nilai stabilitas *marshall* sisa yaitu 94,91 % . yang artinya, telah memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu $\geq 90\%$.

Kata kunci : Abu Buah Aren, Campuran AC-WC, Marshall Test.

Abstract

One of the ingredients that can be used as a filler in the AC - WC mixture is palm fruit ash. The ease of obtaining palm fruit ash is one of the factors in choosing to use this material and can also provide beneficial value for palm tree fruit waste. Palm trees are plants that can be found in tropical areas such as in Indonesia. This study was conducted to determine the use of substitutes for palm fruit ash content which can improve the physical properties of the AC-WC paved mixture and find out changes in the physical properties of concrete asphalt due to the addition of palm fruit ash and how much the carrying capacity of the test object is. This study aims to determine the characteristic value of the AC-WC mixture if you use palm fruit ash as a filler and to determine the effect of palm fruit ash filler on the AC-WC mixture. Testing the characteristics of coarse, fine aggregates, fillers and asphalt is the method used in this study which then designed the composition of the AC-WC mixture on masanda river stones as well as Marshall immersion testing to obtain Residual Marshall Stability. The test results of Marshall Immersion on the AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) mixture can be seen at an asphalt content of 7% with a residual marshall stability value of 94.91%. which means that it has met the 2018 Bina Marga specification standard, which is $\geq 90\%$.

Keywords : palm ash, Mix AC-WC, Marshall Test.

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya pembangunan dalam suatu daerah menuntut dilakukannya penambahan infrastruktur jalan yang dimana dapat menguntungkan bagi masyarakat karena mempermudah mobilisasi. Pemilihan material yang digunakan dalam suatu perkerasan sangat berpengaruh pada kualitas perkerasan yang dihasilkan. Material dengan kualitas yang baik dapat menciptakan perkerasan jalan yang awet serta tahan lama. Aspal sebagai salah satu material utama dalam perkerasan harus mempunyai kemampuan dalam mempertahankan sifat fisiknya terhadap kelenturan dan kekekatannya. Dalam meningkatkan kualitas aspal maka dibutuhkan bahan pengisi untuk dapat menambah kualitas dari aspal dan abu buah aren dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi tersebut. Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai *filler* dalam campuran AC – WC yakni Abu buah aren. Kemudahan dalam memperoleh abu buah aren merupakan salah satu faktor dalam memilih untuk menggunakan bahan ini serta juga dapat memberikan nilai manfaat untuk limbah buah pohon aren. Pohon aren merupakan tanaman yang dapat dijumpai didaerah tropis seperti di Indonesia dan banyaknya manfaat dan nilai guna dari buah pohon aren ini. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari pemanfaatan abu buah aren sebagai bahan pengisi yang dapat meningkatkan sifat fisik campuran beraspal AC-WC dan juga untuk mengetahui perubahan sifat fisik aspal beton yang diperoleh dari penambahan abu buah aren.

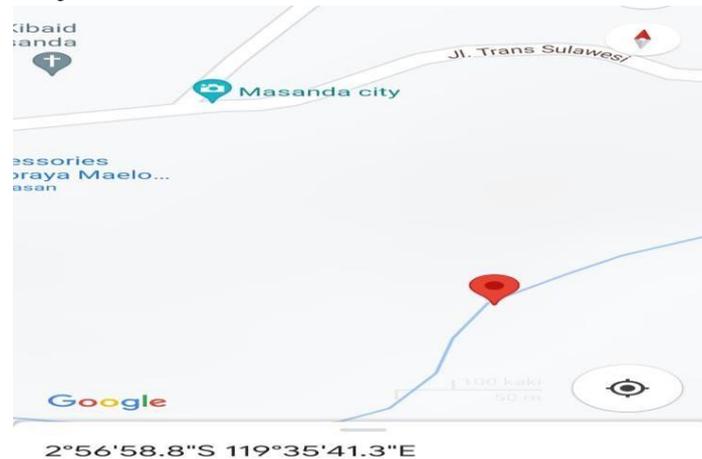
Sebelum penelitian ini dilakukan, telah banyak dilakukan penelitian yang sejenis diantaranya yaitu Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Substitusi *Filler* Untuk Campuran AC-WC setelah dilakukan pengujian karakteristik didapatkan hasil untuk *Flow* 0%-100% :2.41mm - 3.47mm Stabilitas 0%-100% : 1110.17kg - 1436.40kg untuk VMA 0%-100% : 14.56% - 15.72% untuk VIM 0%-100% : 3.21% - 4.16% dan untuk VFB 0%-100% : 73.55% - 77.96% [1], Pemanfaatan Batu Sungai Melli Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara Dalam Campuran AC-WC hasil penelitian menunjukkan takaran yang digunakan dalam campuran “AC-WC” yang menggunakan material Sungai Melli yakni untuk *filler* 5,80%, agregat kasar 36,90%, agregat halus 50,30% dengan minimum 7,00% untuk ketentuan ukuran kadar aspal [2], Pemanfaatan Limbah Nikel Sorowako Dalam Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar hasil penelitian diketahui bahwa bahan tambah yang digunakan yakni Limbah Nikel dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran perkerasan karena telah memenuhi standar syarat Umum, Bina Marga 2018 [3], Pemanfaatan Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda Dalam Campuran AC-WC hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan material Sungai Masuppu Kecamatan Masanda telah memenuhi spesifikasi sebagai material pelapis perkerasan jalan untuk karakteristik material perkerasan [4], Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Sangtanete Dan Bahan Tambah Kantong Plastik hasil yang didapatkan telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Nilai yang didapatkan untuk VIM 4,80 %, stabilitas sebesar 1757 kg, *flow* 3,51 mm, VFB 70,12%, VMA 16,18% [5], Pemanfaatan Agregat Sungai Lamasi Kabupaten Luwu Sebagai Campuran Lapisan Aspal Beton AC-WC hasil pengujian *marshall immersion* campuran laston AC-WC telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 dengan kadar aspal optimum 7,50% [6], Pemanfaatan Agregat Sungai Mawa Kecamatan Cendana Dalam Campuran AC-WC hasil pengujian *Marshall Immersion* campuran AC-WC pada kadar aspal optimum 7% yakni dapat dikatakan bahwa campuran tahan terhadap perendaman dalam air [7], Uji Karakteristik Campuran AC - WC Menggunakan Batu Gunung Tambolang Kabupaten Toraja Utara hasil Uji karakteristik agregat yang berasal dari batu gunung Tambolang Kabupaten Toraja Utara telah memenuhi spesifikasi umum Bina Marga sebagai campuran AC - WC [8], Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC hasil pengujian karakteristik campuran AC-WC melalui pengujian pada *Marshall* konvensional diperoleh dengan penggunaan kadar aspal 5.00% telah memenuhi syarat spesifikasi untuk stabilitas, *flow*, VIM, dan VFB, sedangkan untuk VMA tidak memenuhi syarat spesifikasi [9], Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Bahan Tambah Limbah Ban Bekas hasil pengujian didapatkan bahwa dengan penambahan karet ban bekas pada campuran akan memperkecil rongga dalam campuran yang secara tidak langsung dapat

membuat campuran tahan terhadap air [10].

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Pengambilan Material

Pengambilan material dilakukan di sungai Masanda yang terletak di Kecamatan Masanda Kabupaten Tana Toraja. Sungai ini berjarak sekitar 42 km dari kota Makale.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material

2. Perancangan Komposisi Campuran AC – WC

Komposisi campuran AC – WC yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Agregat kasar dan halus yang diperoleh dari sungai Masanda Kabupaten Tana Toraja
- Filler (Abu Buah Aren)
- Bahan Pengikat (Aspal Penetrasi 60/70).

3. Perhitungan Kadar Aspal Untuk AC – WC

Kadar aspal yang digunakan adalah kadar aspal yang digunakan pada penelitian sebelumnya oleh Fiyola Mutiara (2020) yaitu minimal 5,0 % dan maksimal 7,0 % dengan kenaikan kadar aspal 0,5 %.

$$\text{Berat Aspal (gr)} = \frac{KA}{(100\%)} \times 1200\text{gr}$$

4. Persiapan Sampel Benda Uji Untuk Campuran AC – WC

Menurut spesifikasi Umum Bina Marga 2018, benda uji campuran beraspal harus membentuk gambaran karakteristik akibat fluktuasi kadar aspal. Untuk itu dirancang lima kadar aspal dengan masing-masing tiga benda uji. (pengujian *Marshall*, SNI 06-2489-1991). Sedangkan untuk pengujian Indeks Kekuatan Sisa (IKS) dibuat tiga benda uji, Jadi total ada 18 benda uji.

5. Pengujian *Marshall* Konvensional Campuran AC – WC

Acuan yang digunakan dalam pengujian *marshall* konvensional adalah SNI 06-2489-1991 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018) dengan melakukan pengukuran pada nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), VIM (*Void In Mixture*) dan VMA (*Void In Mineral Aggregate*). Jumlah benda uji yang digunakan pada pengujian ini adalah sebanyak 15 sampel.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Agregat Sungai Masanda

Hasil Pengujian Karakteristik agregat yang digunakan dalam penelitian ini yakni untuk keausan agregat diperoleh hasil pada Fraksi A (6,54), Fraksi B (8,8), Fraksi C (7,36) dan Fraksi D (10,04), hasil ini telah sesuai dengan ketentuan SNI 2417:2008 yakni maksimal 40%. Untuk Berat Jenis dan Penyerapan agregat diperoleh untuk *Bulk* (2,61), *SSD* (2,65), *Apparent* (2,72) dan Penyerapan (1,51), hasil tersebut telah memenuhi ketentuan SNI 1969-2008 yakni minimal 2,5% untuk *Bulk*, *SSD*, dan *Apparent* sedangkan untuk penyerapan maksimal 3%. Untuk Analisa saringan telah dilakukan analisis pada saringan agregat ukuran $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan 200 dan semua hasil yang diperoleh telah memenuhi spesifikasi SNI ASTM C136:2012. Untuk hasil pengujian Material Lolos Saringan 200 didapatkan hasil yakni 3% dan telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4142-1996 yakni maksimal 10%. Untuk hasil pengujian kadar lumpur agregat yakni *Sand Equivalent* (96,74) telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4428-1997 yakni minimal 60% sedangkan untuk Kadar Lumpur (3,26) telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4428-1997 yakni maksimal 5%. Untuk hasil pengujian Indeks Kepipihan dan Kelonjongan diperoleh hasil untuk Indeks Kepipihan pada saringan $\frac{3}{4}$ (9,82), $\frac{1}{2}$ (8,74), $\frac{3}{8}$ (7,76) dan hasil untuk Indeks Kelonjongan pada saringan $\frac{3}{4}$ (9,84), $\frac{1}{2}$ (9,39), $\frac{3}{8}$ (4,3) telah memenuhi spesifikasi ASTM D-4791-10 yakni maksimal 10%. Untuk hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal diperoleh hasil yakni >98% yang dimana hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi SNI 03-2439-1991 yakni minimal 95%. Untuk hasil pengujian Berat Jenis *Filler* diperoleh hasil yakni 3,09 dan telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990.

Dengan menggunakan agregat dari sungai masanda dapat dilihat dari hasil keseluruhan pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan bahwa hasil pengujian keseluruhan telah memenuhi spesifikasi yang digunakan maka dari itu dapat dikatakan bahwa penggunaan agregat dari sungai Masanda sangat baik untuk digunakan dalam perancangan komposisi campuran aspal.

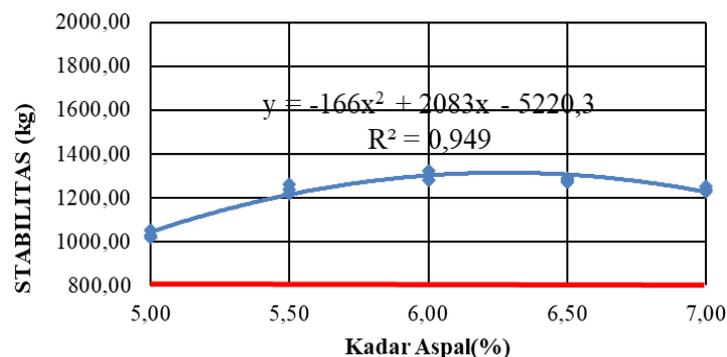
2. Karakteristik Campuran Berdasarkan Pengujian *Marshall* Konvensional menggunakan abu buah aren sebagai *filler*

a. Analisis Terhadap Stabilitas

Dengan menggunakan kadar kadar aspal 5,0% - 7,0% dan *filler* abu buah aren 100% untuk campuran AC-WC maka diperoleh stabilitas antara 1018.50 kg – 1302.00 kg. Bila dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga 2018 maka semua nilai stabilitas memenuhi spesifikasi. Dari Gambar 2 maka dapat disimpulkan bahwa dari campuran AC-WC yang menggunakan abu buah aren sebagai *filler* mengakibatkan seiring bertambahnya kadar aspal nilai stabilitas meningkat tetapi jika kadar aspal bertambah lagi mengakibatkan nilai stabilitas turun kembali. Berdasarkan tabel 1 dan gambar 2 diperoleh persamaan garis $y = -166x^2 + 2083x - 5220,3$ menunjukkan bahwa stabilitas meningkat dengan meningkatnya kadar aspal sampai pada kadar aspal 6 % kg kemudian turun secara perlahan.

Tabel 1. Nilai Stabilitas Pengujian Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
Stabilitas	1018,50	1218,00	1281,00	1270,50	1249,50
	1029,00	1239,00	1302,00	1281,00	1228,50
	1050,00	1260,00	1323,00	1291,50	1239,00
Rata-Rata	1032,50	1239,00	1302,00	1281,00	1239,00
Persyaratan	Min 800 kg				



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas
 Keterangan: R = Koefisien Determinasi

Tabel.2 Nilai Stabilitas Berdasarkan Persamaan Regresi

Kadar Aspal	5,00	5,50	6,00	6,30	6,50	7,00	4,58
Stabilitas	1032.50	1239.00	1302.00	1314.06	1281.00	1239.00	800,00
Persyaratan	Min 800 kg						

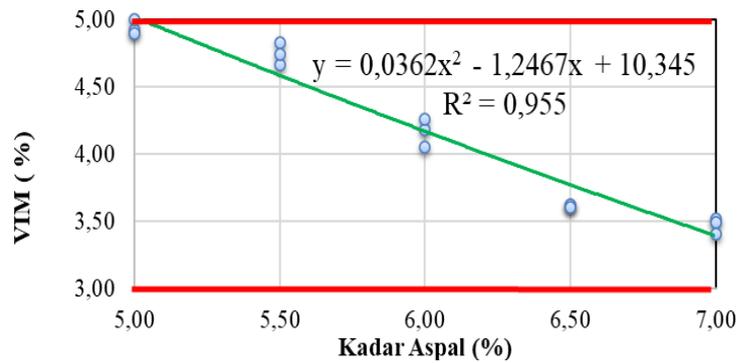
Pada persamaan garis kurva $y = -166x^2 + 2083x - 5220,3$ diperoleh stabilitas paling besar berada pada kadar aspal 6,30% yaitu sebesar 1314.06 kg. Berdasarkan Tabel 2 dapat dipastikan bahwa telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 yang dimana diperoleh pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kadar Aspal di mulai dari 4.58% - 7%.

b. Analisa terhadap VIM (Void in Mixture)

Dengan menggunakan kadar aspal 5,0% - 7,0% dan abu buah aren sebagai pengganti *filler* 100% maka diperoleh nilai VIM antara 3,47% - 4,74%. Bila dibandingkan dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 maka semua nilai VIM memenuhi spesifikasi. Pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai VIM akan menurun. Berdasarkan tabel 3 dan gambar 6 diperoleh persamaan garis $y = 0,0362x^2 - 1,2467x + 10,345$ menunjukkan bahwa pada kadar aspal 7,126% nilai VIM mencapai batas minimum yakni sebesar 3% dan pada kadar aspal 4,85% mencapai batas maksimum yakni sebesar 5,0%.

Tabel 3. Nilai VIM Dari Pengujian Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
VIM	4.92	4.66	4.18	3.62	3.51
	5.00	4.74	4.26	3.62	3.41
	4.90	4.82	4.05	3.60	3.49
Rata-Rata	4.94	4.74	4.17	3.62	3.47
Persyaratan	3 – 5 %				



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VIM
 Keterangan : R = Koefisien Determinasi

Tabel. 4 Nilai VIM Berdasarkan Persamaan Regresi

Kadar Aspal	4,97	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,23
VIM	5,04	4,94	4,74	4,17	3,62	3,47	3,00
Persyaratan	3-5 %						

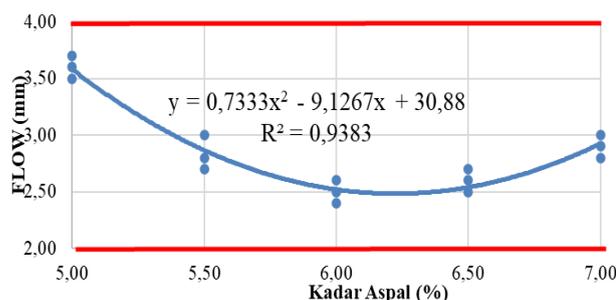
Berdasarkan Tabel 4 hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Aspal dari 4.97% - 7,23% memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.

c. Analisa Terhadap Flow

Dengan menggunakan kadar aspal 5,0% - 7,0% dan filler abu buah aren 100% maka diperoleh nilai flow antara 2.50 mm – 2.90 mm. Bila dibandingkan dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 maka semua nilai flow memenuhi spesifikasi. Pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa semakin naik kadar aspal maka nilai flow semakin turun tetapi jika nilai kadar aspal perlahan naik maka nilai flow semakin besar. Berdasarkan tabel 5 dan gambar 4 diperoleh persamaan garis $y = 0,7333x^2 - 9,1267x + 30,88$ yang menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai flow akan berkurang sampai pada kadar aspal 6,2% sebesar 2,48 mm kemudian nilai flow naik.

Tabel 5. Nilai Flow Dari Pengujian Karakteristik campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
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	2.90
Persyaratan	2 - 4 mm				



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Flow

Tabel. 6 Nilai *Flow* Berdasarkan Persamaan Regresi

Kadar Aspal	5,00	5,50	6,00	6,20	6,5	7,00
<i>Flow</i>	3,60	2,83	2,50	2,48	2,60	2,90
Persyaratan	2-4 mm					

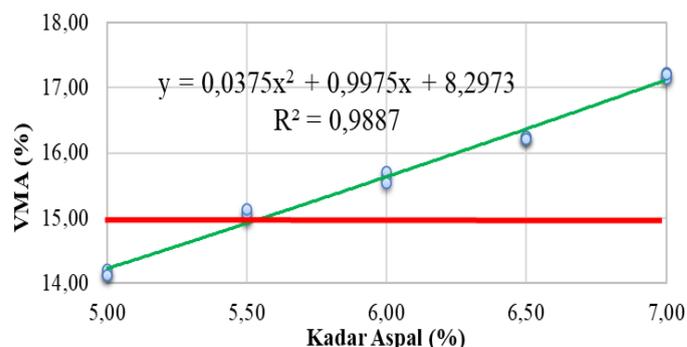
Pada persamaan garis $y = 0.7333x^2 - 9,1267x + 30,88$ menunjukkan bahwa nilai *flow* mencapai batas minimum pada kadar aspal 6,2% sebesar 2,48 mm. Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa mulai pada kadar Aspal 5% - 7% dapat disimpulkan bahwa kadar Aspal tersebut memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2028.

d. Analisa Terhadap VMA (Void in Mineral Aggregate)

Dengan menggunakan kadar aspal 5,0% - 7,0% dan *filler* abu buah aren 100% maka diperoleh nilai VMA antara 14.15% - 17.19%. Bila dibandingkan dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 maka nilai VMA ada yang tidak memenuhi yaitu pada kadar aspal 5,0%. Pada Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa nilai VMA akan bertambah ketika kadar aspal naik. Berdasarkan tabel 7 dan gambar 5 diperoleh persamaan garis $y = 0.0375x^2 + 0.9975x + 8,2973$ yang menunjukkan bahwa semakin bertambah kadar aspal maka nilai VMA semakin bertambah.

Tabel 7. Nilai VMA Dari Pengujian Karakteristik campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
VMA	14.14	14.99	15.64	16.24	17.23
	14.21	15.06	15.71	16.24	17.13
	14.12	15.13	15,53	16.22	17.20
Rata-Rata	14,15	15.06	15,63	16.23	17.19
Persyaratan	Min 15 %				



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VMA
 Keterangan : R = Koefisien Determinasi

Tabel. 8 Nilai VMA Berdasarkan Persamaan Regresi

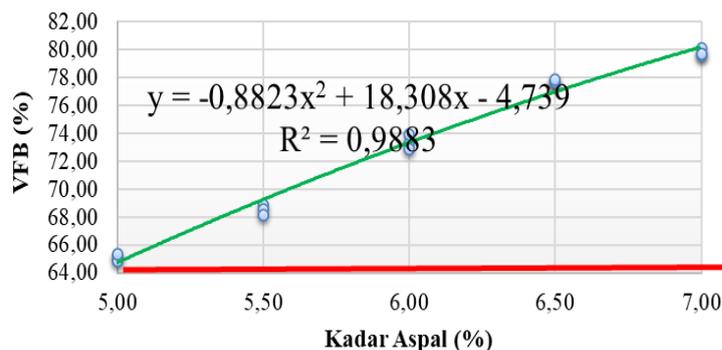
Kadar Aspal	5,00	5,50	5,56	6,00	6,50	7,00
VMA	14,15	15,06	15,00	15,63	16,23	17,19
Persyaratan	Min 15 %					

Dari persamaan garis $y = 0.0375x^2 + 0.9975x + 8,2973$ menunjukkan bahwa nilai VMA mencapai batas minimum pada kadar aspal 5,56% yaitu sebesar 15 %. Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa pada kadar Aspal 5% tidak memenuhi Spesifikasi, tetapi mulai pada kadar Aspal 5,5% - 7 % memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.

e. Analisa Terhadap VFB (Void Filled with Bitumen)

Tabel 9. Nilai VFB Dari Pengujian Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	7,00%
VFB	65.21	68.90	73.27	77.68	79.60
	64,82	68.51	72.88	77.68	80.11
	65.32	68.12	73.90	77.80	70.71
Rata-Rata	65.12	68.51	73.35	77.72	79.81
Persyaratan	Min 65%				



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFB

Keterangan : R = Koefisien Determinasi

Dengan menggunakan kadar aspal 5,0% - 7,0% dan *filler* abu buah aren 100% maka diperoleh nilai VFB antara 65.12% - 79.81%. Bila dibandingkan dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 maka semua nilai VFB memenuhi spesifikasi. Pada Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa semakin naik kadar aspal maka nilai VFB semakin bertambah. Dari tabel 9 dan gambar 6 diperoleh persamaan garis $y = -0,8823x^2 + 18,308x + 4,739$ yang menunjukkan bahwa nilai VFB akan meningkat apabila kadar aspal yang digunakan bertambah.

Tabel. 10 Nilai VFB Berdasarkan Persamaan Regresi

Kadar Aspal	4,98	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
VFB	65	65,12	68,51	73,35	77,72	79,81
Persyaratan	Min 65%					

Pada persamaan garis kurva $y = -0,8823x^2 + 18,308x + 4,739$ nilai VFB mencapai batas maksimum sebesar 65 % pada kadar aspal 4,98%. Berdasarkan Tabel 10 menunjukkan bahwa mulai pada kadar Aspal 4.98% - 7% dapat disimpulkan bahwa kadar Aspal tersebut memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.

Hasil pengujian *Marshall Immersion* didapatkan Indeks Perendaman atau Indeks Kekuatan Sisa sebesar **94,91 %** untuk AC-WC dan hasil tersebut telah memenuhi standar Bina Marga yaitu **> 90%**. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa campuran tersebut tahan terhadap suhu dan lamanya perendaman.

KESIMPULAN

1. Hasil Pengujian Karakteristik agregat yang digunakan dalam penelitian ini yakni untuk keausan agregat diperoleh hasil pada Fraksi A (6,54), Fraksi B (8,8), Fraksi C (7,36) dan Fraksi D (10,04), hasil ini telah sesuai dengan ketentuan SNI 2417:2008 yakni maksimal 40%. Untuk Berat Jenis dan Penyerapan agregat diperoleh untuk *Bulk* (2,61), *SSD* (2,65), *Apparent* (2,72) dan Penyerapan (1,51), hasil tersebut telah memenuhi ketentuan SNI 1969-2008 yakni minimal 2,5% untuk *Bulk*, *SSD*, dan *Apparent* sedangkan untuk penyerapan maksimal 3%. Untuk Analisa saringan telah dilakukan analisis pada saringan agregat ukuran $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan 200 dan semua hasil yang diperoleh telah memenuhi spesifikasi SNI ASTM C136:2012. Untuk hasil pengujian Material Lolos Saringan 200 didapatkan hasil yakni 3% dan telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4142-1996 yakni maksimal 10%. Untuk hasil pengujian kadar lumpur agregat yakni *Sand Equivalent* (96,74) telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4428-1997 yakni minimal 60% sedangkan untuk Kadar Lumpur (3,26) telah memenuhi spesifikasi SNI 03-4428-1997 yakni maksimal 5%. Untuk hasil pengujian Indeks Kepipihan dan Kelonjongan diperoleh hasil untuk

- Indeks Kepipihan pada saringan $\frac{3}{4}$ (9,82), $\frac{1}{2}$ (8,74), $\frac{3}{8}$ (7,76) dan hasil untuk Indeks Kelonjongan pada saringan $\frac{3}{4}$ (9,84), $\frac{1}{2}$ (9,39), $\frac{3}{8}$ (4,3) telah memenuhi spesifikasi ASTM D-4791-10 yakni maksimal 10%. Untuk hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal diperoleh hasil yakni >98% yang dimana hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi SNI 03-2439-1991 yakni minimal 95%. Untuk hasil pengujian Berat Jenis *Filler* diperoleh hasil yakni 3,09 dan telah memenuhi spesifikasi SNI 03-1969-1990.
- Karakteristik campuran AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Masanda dan abu buah aren sebagai *filler* bila dibandingkan dengan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 maka parameter karakteristik yaitu stabilitas, *flow*, VIM, dan VFB memenuhi spesifikasi dan penggunaan kadar aspal pada VMA tidak memenuhi spesifikasi sedangkan penggunaan kadar aspal 5,5% - 7,0% pada VMA telah memenuhi spesifikasi.
 - Dari hasil pengujian *Marshall* konvensional pada karakteristik campuran beraspal AC-WC dengan memanfaatkan abu buah aren sebagai bahan pengisi (*filler*) dapat diketahui bahwa pada kadar aspal 7,0% stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB telah memenuhi spesifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. S. Sau'langi, Alpius, H. W. Tanje "Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Substitusi Filler Untuk Campuran AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 4, pp. 587-594, 2021.
- Deamayes, Alpius, C. Kamba "Pemanfaatan Batu Sungai Melli Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara Dalam Campuran AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 1, pp. 85-91, 2021.
- F. P. Supit, R. Mangontan, Alpius "Pemanfaatan Limbah Nikel Sorowako Dalam Campuran Stone Matrix Asphalt Kasar," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 1, pp. 63-69, 2021.
- Febrianto, Alpius, S. Bestari "Pemanfaatan Batu Sungai Masuppu Kecamatan Masanda Dalam Campuran AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 2, pp. 225-234, 2021.
- F. Tandiyu, R. Mangontan, Alpius "Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Sangtanete Dan Bahan Tambah Kantong Plastik," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 1, pp. 126-132, 2022.
- I. M. Batara, R. Mangontan, Alpius "Pemanfaatan Agregat Sungai Lamasi Kabupaten Luwu Sebagai Campuran Lapisan Aspal Beton AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 2, no. 3, pp. 171-179, 2020.
- I. S. K. Sosang, Alpius, Elizabeth "Pemanfaatan Agregat Sungai Mawa Kecamatan Cendana Dalam Campuran AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 2, no. 1, pp. 53-57, 2020.
- M. I. Asrinto, Alpius, S. Bestari "Uji Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Batu Gunung Tambolang Kabupaten Toraja Utara," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 2, pp. 183-190, 2021.
- N. Wendani, M. Selintung, Alpius "Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 2, no. 2, pp. 138-144, 2020.
- O. I. Bessoran, Alpius, O. J. Sanggaria "Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Bahan Tambah Limbah Ban Bekas," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 3, pp. 379-387, 2021.
- A. F. Latif, A. T. Sombolinggi, R. Rachman, B. Kusuma "The effect of gradation on the mixed characteristics of HRS-WC using campurejo material," Annual Conference on Computer Science and Engineering Technology (AC2SET) 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1088 (2021) 012086, 2021 doi : 10.1088/1757-899X/1088/1/012086.
- Daud, A. N. Musu, R. Rachman, B. Kusuma "Immersion index HRS -WC Halp-Gap gradation with oil palm waste filler substitution," Annual Conference on Computer Science and Engineering Technology (AC2SET) 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1088, 2021, doi : 10.1088/1757-899X/1088/1/012087.
- A. R. Seppo, R. Rachman, N. Ali, "Variasi Suhu Pematatan Campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Balusu Kabupaten Toraja Utara" Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol 9, No 1, Hal. 23-31, 2021

DOI: <https://doi.org/10.20961/mateksi.v8i3>

- [14] R.Rachman, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi, Vol. 6. No.1, Pp. 20 – 30 , 2020, DOI : 10.35308/jts-utu.v6i1.2307
- [15] R. Rachman, "The Effect of Immersion and Humidification toward Performance of Hot Rolled Asphalt Mixture," Journal of Applied Engineering Research, Vol. 15, No. 5 pp. 503-509, 2020.