

## **Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Bahan Tambah Limbah Ban Bekas**

**Owen Irianto Bessoran\*<sup>1</sup>, Alpius\*<sup>2</sup>, Olan Jujun Sanggaria\*<sup>3</sup>**

\*<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia. Paulus, Makassar, Indonesia, [oweniriantobessoran@gmail.com](mailto:oweniriantobessoran@gmail.com)

\*<sup>2</sup>\*<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia [alpiusnini@gmail.com](mailto:alpiusnini@gmail.com) dan [olanjujun@gmail.com](mailto:olanjujun@gmail.com)

*Correspondent Author:* [olanjujun@gmail.com](mailto:olanjujun@gmail.com)

### **Abstrak**

Permasalahan kualitas campuran beraspal terutama pada lapisan permukaan menjadi hal yang sangat perlu diperhatikan, dikarenakan campuran aspal yang kurang baik akan menyebabkan lapisan permukaan pada jalan menjadi cepat rusak atau tidak sesuai dengan masa layanan yang diharapkan. Penelitian ini dilakukan untuk pengujian campuran AC-WC dengan bahan tambah limbah ban bekas. Metodologi penelitian menggunakan metode Marshall Konvensional untuk mendapatkan karakteristik campuran AC-WC dan Marshall *Immersion* untuk mendapatkan nilai Stabilitas Marshall Sisa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik campuran AC-WC memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil pengujian Marshall *Immersion* dengan kadar ban bekas optimum 4% diperoleh nilai Stabilitas Marshall Sisa sebesar 94,64% serta pengaruh penambahan karet ban bekas akan membuat rongga dalam campuran menjadi kecil, sehingga campuran dapat tahan terhadap air.

Kata Kunci: AC-WC, Ban Bekas, Karakteristik, Marshall *Test*.

### **Abstract**

*The problem of the quality of the asphalt mixture, especially on the surface layer, is a matter that really needs to be considered, because a poor asphalt mixture will cause the surface layer on the road to be damaged quickly or not in accordance with the expected service period. This research was conducted to test the AC-WC mixture with added waste tires. The research methodology uses the Conventional Marshall method to obtain the characteristics of the AC-WC mixture and Marshall Immersion to obtain the Marshall Residual Stability value. The results show that the characteristics of the AC-WC mixture meet the 2018 Highways Specifications. The results of the Marshall Immersion test with an optimum 4% used tire content obtained a Marshall Stability value of 94.64% and the effect of adding used tire rubber will make the cavities in the mixture smaller, so that the mixture can be resistant to water.*

**Keywords:** AC-WC, Used Tires, Characteristics, Marshall *Test*.

## PENDAHULUAN

Gunung Patangdo Kapa' merupakan gunung yang terletak di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rimba, 2020 "Pengujian Campuran AC-WC yang Menggunakan Batu Gunung Patangdo Kapa Kabupaten Tana Toraja", memberikan hasil penelitian bahwa agregat dari Gunung Patangdo Kapa' memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 sebagai material yang digunakan untuk perkerasan jalan terutama pada perkerasan lentur. Komposisi campuran AC-WC pada penelitian Rimba, 2020 yang menggunakan agregat Gunung Patangdo Kapa' yaitu agregat kasar sebesar 36,75%, agregat halus sebesar 50,00%, *filler* sebesar 5,75%, dan kadar aspal optimumnya adalah 7,5%. Permasalahan kualitas campuran beraspal terutama pada lapisan permukaan menjadi hal yang sangat perlu diperhatikan, dikarenakan campuran aspal yang kurang baik akan menyebabkan lapisan permukaan pada jalan menjadi cepat rusak atau tidak sesuai dengan masa layanan yang diharapkan.

Laston sebagai lapis aus (AC-WC) adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm [1] [2]. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (Horizontal) dan pukulan Roda kendaraan (getaran) [3] [4].

Pemanfaatan limbah sebagai bahan tambah pada campuran beraspal merupakan suatu inovasi kreatif untuk mengurangi jumlah limbah ban bekas yang mengalami peningkatan setiap tahunnya [5] [6] [7]. Pemanfaatan limbah ban bekas sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC juga sangat baik untuk meningkatkan kualitas campuran beraspal itu sendiri, mengingat ban terdiri dari bahan dasar karet dan mempunyai polimer yang sangat kuat, sehingga menghasilkan sifat-sifat yang unik seperti, kekuatan tarik yang kuat, fleksibilitas yang tinggi dan mampu menahan gaya geser sehingga cocok dijadikan sebagai bahan tambah alternatif pada campuran AC-WC. Diharapkan dengan menambahkan campuran limbah karet ban bekas sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC dapat memberikan keuntungan yaitu permukaan pada perkerasan jalan menjadi lebih awet dan dapat bertahan lama sesuai dengan masa perencanaan, sehingga tersedianya prasarana jalan yang baik pada perkerasan lentur khususnya pada lapisan permukaan (Lapis Aus).

Beberapa penelitian mengenai campuran AC-WC yang pernah dilakukan antara lain Rimba, 2020 meneliti tentang Campuran AC-WC yang menggunakan Batu Gunung Patangdo Kapa' Kabupaten Tana Toraja, dimana pada penelitian ini menjadi dasar pengujian material yang telah dilakukan [8]. Wedani dkk (2020) meneliti penggunaan agregat Sungai Bittuang sebagai bahan campuran AC-WC [9]. Seppo dkk (2021) meneliti tentang variasi suhu pepadatan campuran AC-WC menggunakan batu Sungai Balusu Kabupaten Toraja Utara [10]. Selain penelitian tersebut beberapa peneliti sebelumnya yang meneliti tentang penggunaan ban bekas sebagai bahan tambah pada campuran aspal panas antara lain Putra dkk (2019) meneliti tentang pengaruh penambahan limbah serbuk ban sebagai pengganti agregat halus terhadap stabilitas lapisan AC-WC [11]. Saifullah (2019) meneliti tentang pengaruh variasi bahan tambahan limbah karet padat ban luar pada aspal beton terhadap karakteristik Marshall Laboratorium [12]. Kotaviastuti dkk (2017) meneliti tentang Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Bekas Untuk Bahan Tambah Campuran ATB (*Asphalt Treated Base*) [13].

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana karakteristik campuran AC-WC dengan bahan tambah limbah ban bekas, untuk mendapatkan nilai Stabilitas Marshall sisa dengan bahan tambah limbah ban bekas, dan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah ban bekas pada campuran AC-WC. Semua pengujian berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 [14]

## METODE PENELITIAN

### 1. Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi pengambilan material berada di Gunung Patangdo Kapa' Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja yang berjarak sekitar  $\pm 10,2$  km dari kota Makale atau sekitar  $\pm 100$  m dari Gereja Toraja Jemaat Kapa'. Akses jalan menuju ke tempat pengambilan material sudah dapat dijangkau dengan menggunakan motor ataupun mobil. Material yang diambil, sudah dihancurkan yang kemudian dimasukkan ke dalam karung untuk selanjutnya dipecah-pecahkan sesuai ukuran gradasi di Laboratorium. Pengambilan bahan tambah limbah ban bekas diambil di bengkel motor yang bertempat di Jalan Biring Romang, samping kampus UKI Paulus yang kemudian di parut menjadi serbuk.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material

### 2. Karakteristik Material

Karakteristik material yang digunakan seperti karakteristik agregat kasar, agregat halus, karakteristik filler dan karakteristik aspal menggunakan data penelitian Rimba (2020).

### 3. Komposisi Campuran

Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rimba, 2020 tentang Pengujian Campuran AC-WC yang Menggunakan Batu Gunung Patangdo Kapa' Kabupaten Tana Toraja. Komposisi nya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal sebagai bahan pengikat. Tetapi dalam penelitian ini ditambahkan bahan tambah limbah ban bekas dengan variasi penambahan sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% dari total berat aspal yang digunakan. Kadar aspal yang digunakan adalah sebesar 5,5%, dimana kadar aspal tersebut memiliki nilai VIM terbesar atau kadar aspal dengan rongga terbesar pada pengujian yang dilakukan oleh Rimba, 2020.

Tabel 1. Komposisi Campuran dengan Limbah Ban Bekas

Kadar Karet	0%	1%	2%	3%	4%
Agregat Kasar (gr)	448,2	448,2	448,2	448,2	448,2
Agregat Halus (gr)	614,4	614,4	614,4	614,4	614,4
Filler (gr)	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
Karet Ban Bekas(gr)	0,00	0,66	1,32	1,98	2,64
Aspal (gr)	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0
Total Berat (gr)	1200	1200,66	1201,32	1201,98	1202,64

#### 4. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 18 buah, dimana 15 buah untuk pengujian Marshall Konvensional dan setiap variasi kadar aspal menggunakan 3 sampel serta 3 buah untuk pengujian Marshall *Immersion*.

#### 5. Pengujian Marshall Konvensional

Pengujian Marshall Konvensional mengacu pada standar SNI 06-2489-1991. Ada beberapa tahapan dalam pengujian Marshall Konvensional yaitu pengujian stabilitas, *flow*, dan analisa rongga.

#### 6. Pengujian Marshall *Immersion*

Pengujian Marshall *Immersion* mengacu pada standar SNI 06-2489-1991. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu campuran terhadap lamanya perendaman, pengaruh suhu dan air. Perbedaan antara pengujian Marshall Konvensional dengan Marshall *Immersion* adalah lamanya durasi perendaman. Pada pengujian Marshall Konvensional benda uji direndam selama 30 menit sedangkan pada Marshall *Immersion* direndam selama 24 jam dengan suhu air yang sama yaitu 60 0C dalam *water bath*.

#### 7. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah semua data di-peroleh dari laboratorium dan baru dilakukan analisis sesuai dengan tujuan penelitian. Analisis hasil penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana karakteristik campuran AC-WC dengan bahan tam-bah limbah ban bekas, mendapatkan nilai Stabilitas Marshall Sisa campuran AC-WC dengan bahan tambah limbah ban bekas, dan mengetahui bagaimana pengaruh penambahan limbah ban bekas pada campuran AC-WC.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Perhitungan *Bulk Specific Gravity* dan *Effective Specific Gravity*

Benda uji dibuat dengan kadar aspal sebesar 5,5% dengan penambahan variasi serbuk ban bekas sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% dari total berat aspal yang digunakan.

Tabel 2. *Bulk Specific Gravity* dan *Effective Specific Gravity*

	Variasi Penambahan Ban Bekas				
	0%	1%	2%	3%	4%
<i>Bulk Spesific Gravity</i>	2,76	2,77	2,77	2,77	2,77
<i>Effective Spesific Gravity</i>	2,83	2,83	2,83	2,83	2,84

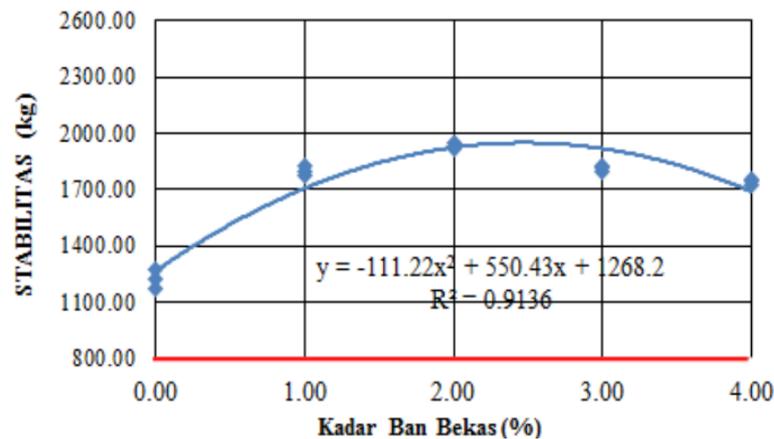
## 2. Hasil Pengujian Marshall Konvensional

Tabel 3. Nilai Karakteristik Campuran AC-WC

Kadar Aspal (%)	Kadar Ban Bekas (%)	VIM	Stabilitas	VFB	Flow	VMA
5,5	0	4,47	1220,53	71,81	3,60	15,86
5,5	1	4,19	1799,90	73,13	2,83	15,61
5,5	2	4,08	1932,68	73,68	2,50	15,52
5,5	3	3,80	1814,65	75,12	2,60	15,26
5,5	4	3,63	1740,89	75,97	2,90	15,12
<b>Persyaratan</b>		<b>3-5 (%)</b>	<b>Min 800 (kg)</b>	<b>Min 65 (%)</b>	<b>2-4 (mm)</b>	<b>Min 15 (%)</b>

### a. Stabilitas

Dari tabel 3, nilai stabilitas dibuatkan grafik hubungan dengan variasi kadar aspal, seperti terlihat pada gambar 2.



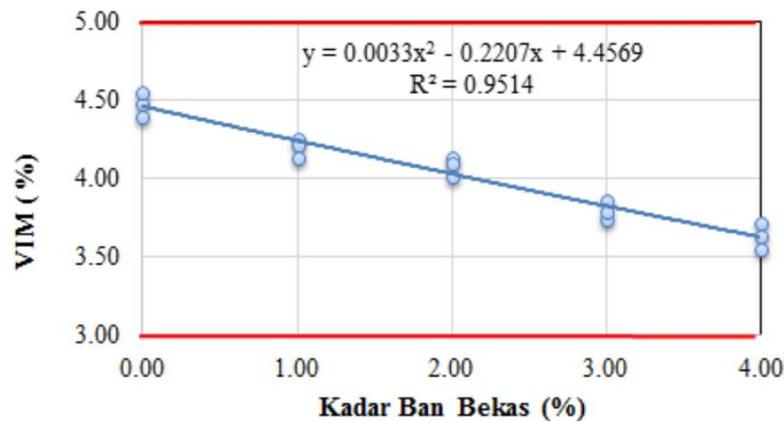
Gambar 2. Hubungan Stabilitas dengan Kadar Ban Bekas

Persamaan garis  $y = -111,22x^2 + 550,43x + 1268,2$  pada grafik diatas dapat dilihat bahwa setiap kenaikan sebesar 1% kadar karet ban bekas, maka nilai stabilitas bertambah sampai pada kadar ban bekas 2% sebesar 1932,68 kg, dan apabila kadar ban bekas bertambah lagi maka nilai stabilitas akan menurun sampai kadar ban bekas 4% sebesar 1740,89 kg. Stabilitas terbesar diperoleh sebesar 1949,22 kg pada kadar 2,47%.

### b. VIM (Void in Mix)

Dari tabel 3, nilai VIM dibuatkan grafik hubungan dengan variasi kadar aspal, seperti terlihat pada gambar 3.

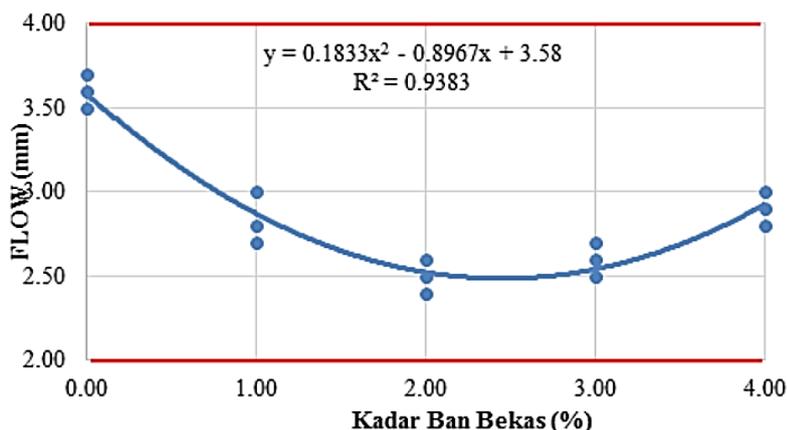
Dari gambar 3 didapatkan persamaan garis  $y = 0,0033x^2 - 0,2207x + 4,4569$  pada grafik diatas dapat dilihat bahwa setiap kenaikan sebesar 1% kadar karet ban bekas, maka nilai VIM akan mengalami penurunan sampai pada kadar ban bekas sebesar 4%. VIM berada pada batas minimum nya yaitu sebesar 3 mm pada kadar ban bekas 7,40% akan tetapi tidak mencapai batas maksimum nya sebesar 5% meskipun kadar ban bekas sudah mencapai 0% dengan nilai 4,46%.



Gambar 3. Hubungan VIM dengan Kadar Ban Bekas

**c. Flow**

Dari tabel 3, nilai *Flow* dibuatkan grafik hubungan dengan variasi kadar aspal, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan *Flow* dengan Kadar Ban Bekas

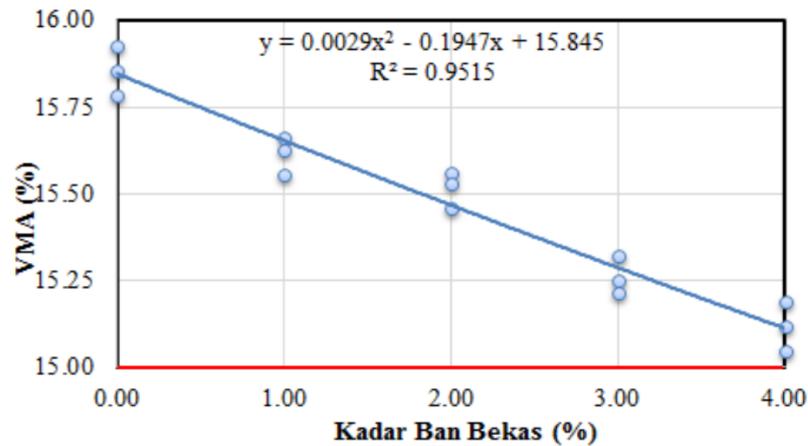
Persamaan garis  $y = 0,1833x^2 - 0,8967x + 3,58$  pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada setiap kenaikan 1% kadar karet ban bekas, maka nilai *flow* akan mengalami penurunan sampai kadar karet ban bekas 2%, akan tetapi pada kadar 3% nilai *flow* mengalami peningkatan sampai kadar ban bekas 4%. Berdasarkan kurva diatas diperoleh nilai *flow* terkecil pada kadar ban bekas sebesar 2,45% dengan nilai sebesar 2,48 mm. Akan tetapi bukan merupakan nilai *flow* minimum yang ditetapkan yaitu 2 mm dan mencapai batas maksimum yang ditentukan yaitu 4 mm pada kadar karet ban bekas 5,42%.

**d. VMA (Void in Mineral Aggregate)**

Dari tabel 3, nilai *VMA* dibuatkan grafik hubungan dengan variasi kadar aspal, seperti terlihat pada gambar 5.

Dari Gambar 5 didapatkan persamaan garis  $y = 0,0029x^2 - 0,1947x + 15,845$  pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada setiap kenaikan sebesar 1% kadar karet ban bekas maka nilai *VMA* akan mengalami penurunan sampai pada kadar karet ban bekas 4%. Berdasarkan kurva

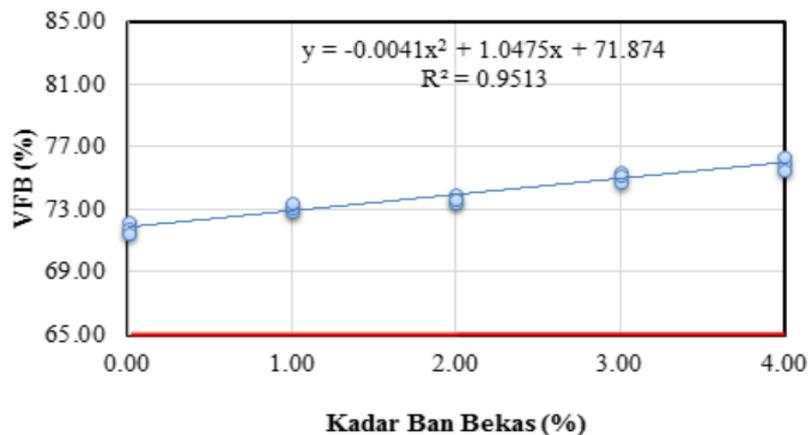
di atas dapat diketahui bahwa VMA mencapai batas minimum yang ditetapkan yaitu 15% pada karet ban bekas 4,65%.



Gambar 5. Hubungan VMA dengan Kadar Ban Bekas

**e. VFB (Void Filled With Bitumen)**

Dari tabel 3, nilai *Flow* dibuatkan grafik hubungan dengan variasi kadar aspal, seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 7. Hubungan VFB dengan Kadar Ban Bekas

Persamaan garis  $y = -0,0041x^2 + 1,0475x + 71,874$  pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada setiap kenaikan sebesar 1% kadar karet ban bekas maka nilai VFB akan meningkat sampai kadar ban bekas 4%. Berdasarkan kurva di atas dapat dilihat bahwa VFB tidak mencapai batas minimum yang ditetapkan yaitu sebesar 65% meskipun kadar ban bekas sudah mencapai 0%.

**3. Kadar Ban Bekas Optimum**

Penentuan kadar ban bekas optimum diambil dari hasil pengujian karakteristik melalui pengujian Marshall Konvensional yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Kadar ban bekas optimum diambil dari nilai VIM yang terkecil, sesuai dengan fungsi lapisan aus (AC-WC) harus memiliki rongga yang kecil agar campuran bisa lebih tahan dan kedap terhadap air yaitu pada kadar ban bekas 4%.

#### 4. Stabilitas Marshall Sisa

Setelah didapatnya kadar ban bekas optimum yaitu sebesar 4%, selanjutnya dibuat benda uji untuk pengujian Marshall *Immersion*. Setelah pembuatan benda uji, kemudian direndam dalam water bath selama 24 jam dengan suhu air 60 0C, untuk mendapatkan nilai Stabilitas Marshall Sisa.

Tabel 4. Nilai Stabilitas Marshall Sisa AC-WC

Kadar Ban Bekas (%)	Stabilitas		Stabilitas Marshall Sisa (%)
	Konvensional	<i>Immersion</i>	
4,0	1740,89	1667,12	94,64
4,0	1726,13	1652,37	
4,0	1755,64	1622,86	
<b>Rata-rata</b>	<b>1740,89</b>	<b>1647,45</b>	

Hasil pengujian melalui metode Marshall *Immersion* diperoleh nilai Stabilitas Marshall Sisa yaitu sebesar 94,64% dimana nilai ini memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 yang telah ditentukan yaitu minimal sebesar 90%.

#### KESIMPULAN

Karakteristik campuran AC-WC yang menggunakan bahan tambah limbah ban bekas dengan pengujian Marshall Konvensional dapat diketahui bahwa semua nilainya memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Nilai Stabilitas Marshall Sisa yang diperoleh melalui pengujian Marshall *Immersion* yaitu sebesar 94,64%, dimana nilai tersebut telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu minimal 90%.

Pengaruh adanya penambahan limbah ban bekas pada campuran AC-WC membuat rongga pada campuran menjadi kecil sehingga campuran bisa lebih tahan terhadap air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2013.
- [2] R. Rachman, "Transportasi," dalam *Dampak Pandemi Global Covid-19 dalam Multi Perspektif*, Edisi Covid., Kota Makassar: Tohar Media, 2020, hlm. 17–32.
- [3] R. Rachman, "Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston," *J. Tek. Sipil Dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, hlm. 20–30, 2020.
- [4] R. Rachman, "The Effect of *Immersion* and Humidification Toward Performance of Hot Rolled Asphalt Mixture," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 15, no. 5, hlm. 503–509, 2020.
- [5] D. N. Bunga, R. Rachman, dan M. Selintung, "Effect of Collision Variation towards the Index Retained Strength of Mixed Asphalt Concrete Wearing Course," *Int. J. Sci. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 8, hlm. 61–64, 2019, doi: 10.5281/zenodo.3408003.
- [6] R. Rachman, "Karakteristik Campuran HRS – BASE Menggunakan Bubuk Dolomit Sebagai Filler," dalam *Konfrensi Nasional Teknik Sipil Ke 13*, Banda Aceh, Sep 2019, vol. 1, hlm. 420–430.

- [7] S. A. Datu, R. Rachman, dan M. Selintung, "The Effect of Additional Sugar Palm Fibers on the Durability of Mixed Laston AC-WC," dalam *The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE)*, Bali, Indonesia, 2020, vol. 419. doi: 10.1088/1755-1315/419/1/012063.
- [8] Rimba, "Pengujian Campuran AC-WC yang Menggunakan Batu Gunung Patangdo Kapa' Kabupaten Tana Toraja," Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, 2020.
- [9] N. Wendani, M. Selintung, dan Alpius, "Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, hlm. 138–143, 2020.
- [10] A. R. Seppo, R. Rachman, dan N. Ali, "Variasi Suhu Pematatan Campuran AC-WC Menggunakan Batu Sungai Balusu Kabupaten Toraja Utara," *J. Matriks Tek. Sipil*, vol. 9, no. 1, hlm. 23–31, 2021, doi: <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i1.49248>.
- [11] K. L. Putra, R. Y. Prakoso, Hamdi, dan Z. Muchtar, "Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Ban sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Stabilitas Lapisan AC-WC," *Pilar J. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 1, hlm. 9–14, 2019.
- [12] H. F. Saifullah, "Pengaruh Variasi Bahan Tambahan Limbah Karet Padat Ban Luar pada Aspal Beton Terhadap Karakteristik Marshall Laboratorium," Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 2018.
- [13] B. Oktaviastuti, H. S. Wijaya, dan P. Indrawan, "Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Bekas Untuk Bahan Tambah Campuran ATB (Asphalt Treated Base)," *J. Reka Buana*, vol. 3, no. 1, hlm. 16–29, 2017.
- [14] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.