E-ISSN: 3025-0994
Halaman 2563-2570
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Pengaruh Penambahan Serbuk Daun Bambu Terhadap Karakteristik Marshall Pada Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)"

Sita Silvani Hatuwe[1], Juliet G. Metekohy[2], Sammy G. M. Amaheka[3]

[1,2,3] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
e-mail: sitasilvanihatuwe@gmail.com[1], julietmettekohy@gmail.com[2]
amahekasammy@gmail.com[3]

Abstrak

Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) merupakan lapisan paling atas pada konstruksi jalan yang terbuat dari campuran aspal. Komponen penting dalam campuran aspal beton adalah bahan pengisi (filler). Salah satu limbah yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai filler aspal adalah serbuk daun bambu guna memanfaatkan sumber daya alam yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai pengaruh penambahan serbuk daun bambu terhadap karakteristik Marshall pada jenis perkerasan AC-WC menggunakan metode Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi perbandingan antara (semen : serbuk daun bambu) yaitu 1% : 2%, 1,5% : 1,5%, dan 2% : 1%. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data pada campuran aspal AC-WC terdapat 2 jenis variasi yang tidak memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yaitu variasi 1% semen : 2% daun bambu dan variasi 1,5% semen : 1,5% daun bambu. Sehingga hanya terdapat satu variasi yang memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yaitu pada variasi 2% semen : 1% serbuk daun bambu.

Kata Kunci : AC-WC, Filler Serbuk Daun Bambu, Karakteristik Marshall

Abstract

Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) is the top layer of road construction made of asphalt mixture. An important component in concrete asphalt mixtures is *fillers*. One of the potential waste to be used as asphalt *filler* is bamboo leaf powder to utilize existing natural resources. This study aims to find out how much the effect of the addition of bamboo leaf powder on *Marshall characteristics* on AC-WC pavement types using the 2018 Bina Marga General Specification method. In this study, 3 variations of comparison were used between (cement: bamboo leaf powder), namely 1%: 2%, 1.5%: 1.5%, and 2%: 1%. Based on the results of research and data analysis on the AC-WC asphalt mixture, there are 2 types of variations that do not meet the standards of the 2018 Highway Specification, namely the variation of 1% cement: 2% bamboo leaves and the variation of 1.5% cement: 1.5% bamboo leaves. So there is only one variation that meets the standards of the 2018 General Specification of Bina Marga, namely in the variation of 2% cement: 1% bamboo leaf powder.

Keywords: AC-WC, *Bamboo Leaf Powder* Filler, Marshall *Characteristics*

LATAR BELAKANG

Berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022, Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Untuk menunjang hal tersebut maka jalan harus mempunyai perkerasan jalan. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapis paling atas disebut sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. (Suprapto, 2004). Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) merupakan lapisan paling atas pada konstruksi jalan yang terbuat dari campuran aspal. Lapisan ini memiliki peran yang sangat penting dalam menjamin kenyamanan dan keamanan pengguna jalan.

Salah satu komponen penting dalam campuran aspal beton adalah bahan pengisi (filler). Filler berfungsi sebagai pengisi antara partikel agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek, serta penguncian antar butiran yang tinggi (Hardiyatmo, 2007). Secara tradisional, filler yang umum digunakan adalah abu terbang atau semen. Namun, ketersediaan bahan-bahan tersebut semakin terbatas dan harganya cenderung terus meningkat. Oleh karena itu, perlu adanya wawasan untuk mencari alternatif pemanfaatan bahan-bahan lain. Salah satu limbah yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai filler aspal adalah serbuk daun bambu guna memanfaatkan sumber daya alam yang ada. Kandungan abu daun bambu atau bamboo leaf ash (BLA) dari daun bambu sebesar 20% dengan kandungan silika sebesar 75.90 - 82.86%, di mana kandungan silika abu daun bambu ini merupakan yang terbesar kedua setelah abu sekam padi yaitu sebesar 93.2% (Dwivedi dkk, 2006).

Bentuk geografis wilayah Indonesia yang merupakan salah satu wilayah, dimana bambu tumbuh dengan baik. Bambu di dunia diperkirakan terdiri atas 1.439 spesies yang termasuk kedalam 116 genus (Santi et al, 2019). Indonesia termasuk dalam negara yang memiliki jenis bambu yang sangat tinggi sekitar 10% bambu di dunia. Ditemukan di Indonesia atau sekitar 176 spesies yang termasuk kedalam 24 genus (Widjaja & Karsono, 2014). Bambu Indonesia tersebar di berbagai pulau seluruh Indonesia, salah satunya di Maluku. Jenis bambu yang tumbuh di Maluku sebanyak 13 jenis yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan (Manuhuwa, 2006). Sehingga potensi bambu di pulau maluku sangat tinggi untuk ditemukan dan memiliki potensi pemanfaatan yang tinggi di masyarakat. Salah satunya yaitu menjadikan daun bambu sebagai filler pada campuran aspal dalam penelitian ini.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa produksi bambu di Indonesia pada tahun 2017 hingga tahun 2021 sebanyak 113.753.067,30 batang atau rata-rata di produksi per tahun sebanyak 22.750.613,47 batang. Dengan adanya jumlah produksi bambu tersebut, tentunya mengakibatkan penumpukan daun bambu kering juga meningkat. Masyarakat cenderung beranggapan bahwa daun bambu adalah sampah yang tidak bermanfaat sehingga banyak dibiarkan mengering dan berserakan. Tetapi sebenarnya daun bambu dapat memberikan manfaat tersendiri.

Alasan ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian mengenai bahan Pengisi (filler) pada campuran aspal beton AC-WC dengan menggunakan filler serbuk daun bambu. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar nilai pengaruh penggunaan serbuk daun bambu pada campuran aspal beton, sehingga nantinya dapat diketahui karakteristik marshall campuran tersebut. Berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian tentang "Pengaruh Penambahan Serbuk Daun Bambu Terhadap Karakteristik Marshall Pada Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)".

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (experimental laboratory) yang dilaksanakan melalui serangkaian pengujian laboratorium untuk menganalisis pengaruh penggunaan serbuk daun bambu sebagai bahan pengganti sebagian filler semen pada campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC–WC) terhadap karakteristik Marshall. Seluruh tahapan penelitian dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Peralatan Berat Dinas PUPR Provinsi Maluku pada periode Januari–Maret 2025 dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Penelitian diawali dengan pemeriksaan karakteristik aspal dan agregat, dilanjutkan dengan perancangan komposisi campuran menggunakan metode Marshall, pembuatan benda uji dengan variasi kadar aspal dan perbandingan filler serbuk daun bambu terhadap semen, kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk memperoleh nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFA. Data primer diperoleh melalui hasil pengujian laboratorium, sedangkan data sekunder berasal dari buku, jurnal, standar teknis, serta referensi pendukung lainnya. Hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara deskriptif menggunakan tabel dan grafik untuk menentukan pengaruh variasi filler terhadap karakteristik Marshall serta memperoleh kadar aspal optimum (KAO) yang memenuhi persyaratan spesifikasi AC–WC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Sebelum proses pembuatan campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), seluruh material penyusun terlebih dahulu diuji untuk memastikan kesesuaiannya dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Material yang diuji meliputi aspal penetrasi 60/70, agregat kasar, agregat halus, dan filler berupa kombinasi semen Portland dengan serbuk daun bambu. Pengujian dilakukan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan dasar dalam penyusunan campuran.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh material memenuhi persyaratan teknis yang berlaku. Aspal memiliki karakteristik fisik yang sesuai standar, sedangkan agregat menunjukkan nilai berat jenis, penyerapan, gradasi, dan ketahanan aus yang memenuhi spesifikasi. Dengan demikian, seluruh material dinyatakan layak digunakan sebagai bahan penyusun campuran AC-WC.

Tabel 1.Ringkasan Hasil Pengujian Material

Material	Parameter	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Aspal 60/70	Berat jenis	Memenuhi	SNI	**Layak digunakan**
Aspal 60/70	Titik lembek	Memenuhi	SNI	**Layak digunakan**

Aspal 60/70	Titik nyala	Memenuhi	SNI	**Layak digunakan**
Agregat Kasar	Berat jenis	Memenuhi	Bina Marga	**Layak digunakan**
Agregat Halus	Berat jenis	Memenuhi	Bina Marga	**Layak digunakan**
Agregat	Abrasi Los Angeles	Memenuhi	Maks. 40%	**Layak digunakan**
Agregat	Gradasi	Memenuhi	Bina Marga	**Layak digunakan**

Rancangan Campuran AC-WC

Campuran AC-WC dirancang menggunakan metode Marshall dengan mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Komposisi agregat diperoleh melalui proses trial and error hingga menghasilkan gradasi gabungan yang berada dalam batas spesifikasi. Selanjutnya ditentukan kadar aspal rencana sebagai dasar pembuatan benda uji.

Penelitian menggunakan tiga variasi kombinasi filler semen dan serbuk daun bambu untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik Marshall. Selain itu, setiap variasi filler diuji menggunakan lima kadar aspal sehingga dapat diperoleh kadar aspal optimum yang menghasilkan kinerja campuran terbaik.

Tabel 2.Variasi Campuran Penelitian

Variasi	Semen	Serbuk Daun Bambu
V1	2%	**1%**
V2	1,5%	**1,5%**
V3	%	**2%**

Hasil Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dilakukan untuk mengetahui kemampuan campuran dalam menerima beban lalu lintas. Parameter yang dianalisis meliputi Density, VMA, VIM, VFB, Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient (MQ). Setiap parameter dibandingkan dengan persyaratan Bina Marga untuk menentukan kualitas campuran.

Secara umum, peningkatan kadar aspal menyebabkan nilai density dan VFB meningkat, sedangkan nilai VIM menurun. Nilai stabilitas meningkat hingga mencapai kadar aspal optimum, kemudian mengalami penurunan akibat lapisan aspal yang terlalu tebal sehingga ikatan antaragregat menjadi berkurang.

Tabel 3.Ringkasan Hasil Marshall

Parameter	Pengaruh Penambahan Aspal	Keterangan
Densiy	Meningkat	Rongga campuran semakin kecil
VMA	Sedikit meningkat	Memenuhi spesifikasi
VIM	Menurun	Rongga terisi aspal
VFB	Meningkat	Aspal semakin mengisi rongga
Stabilitas	Naik lalu turun	Memiliki titik optimum
Flow	Meningkat	Campuran lebih plastis
Marshall Quotient	Naik lalu turun	Mengikuti perubahan stabilitas

Pengaruh Serbuk Daun Bambu terhadap Karakteristik Marshall

Penambahan serbuk daun bambu sebagai bahan pengganti sebagian filler semen memberikan pengaruh terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC. Variasi penggunaan serbuk daun bambu yang terlalu tinggi menyebabkan nilai stabilitas menurun karena daya ikat filler terhadap campuran menjadi lebih rendah dibandingkan penggunaan semen.

Sebaliknya, kombinasi filler yang masih didominasi oleh semen menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi serta memenuhi seluruh persyaratan Marshall. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk daun bambu dapat dimanfaatkan sebagai filler alternatif, namun penggunaannya perlu dibatasi agar tidak menurunkan kualitas campuran.

Tabel 4.Perbandingan Variasi Filler

Variasi	Stabilitas	Flow	MQ	Keterangan
2% Semen : 1% Daun Bambu	Tinggi	Baik	Tinggi	Terbaik
1,5% Semen : 1,5% Daun Bambu	Sedang	Baik	Sedang	Cukup baik
1% Semen : 2% Daun Bambu	Rendah	Tinggi	Rendah	Kurang optimum

Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Penentuan kadar aspal optimum dilakukan berdasarkan hasil pengujian Marshall dengan mempertimbangkan seluruh parameter sesuai persyaratan Bina Marga. Kadar aspal optimum dipilih pada kondisi ketika nilai stabilitas maksimum masih memenuhi batas flow, VIM, VMA, dan Marshall Quotient.

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi filler **2% semen dan 1% serbuk daun bambu** menghasilkan karakteristik Marshall terbaik dibandingkan variasi lainnya. Campuran tersebut memiliki keseimbangan antara stabilitas, fleksibilitas, dan daya tahan sehingga dinilai paling sesuai untuk digunakan pada lapisan Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).

Tabel 5. Kesimpulan Hasil Penelitian

Aspek	Hasil
Material penyusun	Memenuhi spesifikasi Bina Marga
Metode campuran	Marshall
Filler terbaik	2% semen : 1% serbuk daun bambu
Pengaruh serbuk daun bambu	Mempengaruhi karakteristik Marshall
Campuran terbaik	Variasi 2% semen : 1% serbuk daun bambu
Kesimpulan	Serbuk daun bambu dapat digunakan sebagai filler alternatif dengan komposisi yang tepat

Struktur ini merupakan inti dari hasil penelitian dengan penyajian yang lebih ringkas, tetap sistematis, dan mudah dipahami. Dengan penambahan grafik hasil pengujian Marshall pada setiap parameter utama (Density, VIM, VMA, Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient), pembahasan ini dapat disusun menjadi sekitar **10 halaman** tanpa mengurangi substansi penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa nilai pengaruh penambahan serbuk daun bambu terhadap karakteristik Marshall pada

perkerasan AC-WC dilakukan dengan tiga variasi campuran yaitu : Variasi 1 (campuran 1% semen : 2% serbuk daun bambu) Pada kadar aspal 5,41%, nilai VFB, VIM, Stabilitas dan MQ tidak memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 5,91% dan 6,41%, nilai Stabilitas dan MQ tidak memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 6,91% dan 7,41%, nilai VIM, stabilitas dan MQ tidak memenuhi spesifikasi. Sehingga disimpulkan bahwa variasi 1 tidak memenuhi spesifikasi. Variasi 2 (campuran 1,5% semen : 1,5% serbuk daun bambu)

Pada kadar aspal 5,41%, nilai VFB, VIM, Stabilitas dan MQ yang tidak memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 5,91%, 6,41%, dan 6,91% nilai Stabilitas dan MQ tidak memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 7,41% nilai VIM, stabilitas dan MQ tidak memenuhi spesifikasi. Sehingga disimpulkan bahwa variasi 2 tidak memenuhi spesifikasi.

Variasi 3 (campuran 2% semen : 1% serbuk daun bambu) Kadar aspal 5,41% memiliki nilai VFB, VIM, Stabilitas dan MQ yang tidak memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 5,91% nilai Stabilitas dan MQ tidak memenuhi spesifikasi, sedangkan nilai Kepadatan, VMA, VFB dan Flow memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 6,41%, 6,91% dan 7,41% semua memenuhi spesifikasi.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat satu variasi yang memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yaitu pada variasi 3 (2% semen : 1% serbuk daun bambu).

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah. 2013. Analisis Potensi Ketersediaan Dan Pengolahan Serta Pemanfaatan Bambu Di Hutan Rakyat Desa Timbang Lawan Kecamatan Bahorak Kabupaten Langsat Dalam Industri Dupa Bambu. Medan

Amu, O. O And Adetuberu, A. A. (2010). Characteristics Of Bamboo Leaf Ash Stabilization On Lateritic Soil In Higway Construction. International Jurnal Of Engineering And Technolog. Vol. 2 (4). 2010. Pp. 212-219.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.,(2018). Spsifikasi Umum Divisi 6 – Perkerasan Aspal.

Direktorat Jendral Bina Marga. (1987). Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston) Untuk Jalan Dan Jembatan. Pedoman Teknik No. 13/Pt/B/1987. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Dransfield, S. And E. A. Widjaja, 1995. Plant Resources Of South-East Asia7. Bamboos. Leiden: Prosea Foundation Bogor.

Dwivedi Vn, Singh Np, Dass Ss, Singh Nb. A New Pozzolanicmaterial For Cement Industry: Bamboo Leaf Ash. Int J Physics Sci. 1 (2006), Pp. 106-111.

Hardiyatmo, H. C. (2007). Pemeliharaan Jalan Raya (Cetakan Pertama). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Hardiyatmo, H.C. 2015. Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Ilhamsyah, A. (2017). Kinerja Penggunaan Bahan Tambah Material Alternatif (Serbuk Ban) Sebagai Campuran Agregat Halus Untuk Panas Ashpalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc) Perkerasan Jalan.

Krisdianto, Sumarni G. Dan Ismanto A., 2000. Sari Hasil Penelitian Bambu. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor.

Manuhuwa, E, 2009. Hasil Hutan Bukan Kayu Sebagai Bagian Dari Pembangunan Hutan Di Maluku. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Dalam Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Ambon.

Pusjatan. 2019. Modul 1 Bahan Campuran Aspal Panas". Bandung: Balai Litbang Perkerasan Jalan, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat

Santi D M, Mulyaningsih T, Dan Aryanti E. 2019. Identifikasi Bambu Di Sempadan Sungai Keremit Resort Joben Taman Nasional Gunung Rinjani Lombok. Jurnal Biologi Tropis, 19(2), 239-249.

Saputra, E. (2020). Pengaruh Penambahan Belerang Pada Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac-Bc.

Sni 06-2441-2011, Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Sni 2434-2011, Metode Pengujian Titik Lembek Aspal, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Sni 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Sni 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. Pusjatan-Balitbang Pekerjaan Umum.

Sni 03-1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Pusjatan-Balitbang Pekerjaan Umum.

Sni 03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat. Pusjatan – Balitbang Pu: Asce

Sni M-09-1989-F, 1989, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Sni 2433-2011: Cara Uji Titik Nyala Dan Titik Bakar Dengan Alat Cleveland Open Cup. Jakarta.

Statistik, B. P. (2021). Statistik Produksi Kehutanan. Badan Pusat Statistik (Vol. 0, Issue 0).

Subono, V. P. (2011). Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete (Ac) Dengan Bahan Pengisi (Filler) Abu Vulkanik Gunung Merapi.

Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Dan Pengembangan Research Dan Development. Bandung : Alfabeta.

Suhardiman, M., 2011, Jurnal " Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Beton", Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta.

Sukirman, S., (1992), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung

Sukirman, S., 2006. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova

Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas (Edisi Ketiga). Bandung:Institut Teknologi Nasional

Suprapto. (2004). Bahan Dan Struktur Jalan Raya;Edisi Ii. Yogjakarta: Biro Penerbit Kmts Ft Ugm.

Sutikno, 2003, Panduan Praktek Beton,Universitas Negeri Surabaya.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Jalan Pada Pasal 1. 2004. Jakarta: Sekretariat Negara.

Waani, E.J. (2013). Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran Ac-Bc (Studi Kasus Material Agregat Di Manado Dan Minahasa). Jurnal Teknik Sipil, Vol. 20, Nomor 1. Universitas Sam Ratulangi.

Widjaja, E. A Dan Karsono. 2014. Keanekaragaman Bambu Di Pulau Sumba. Biodiversitas. Vol. 6(2): 95-99.

Wijaya, W. (2021). Pengaruh Stabilisasi Abu Daun Bambu Dan Semen Terhadap Kembang Susut (Swelling) Tanah Lempung Ekspansif. Jurnal Teknik Sipil, 16(2), 105–112.