

PERKERASAN JALAN (AC-WC) DENGAN BAHAN TAMBAH CAMPURAN ARANG KAYU DAN PASIR LAUT

¹Gery Rizki Bijaksana, ^{1*}Dwi Prasetyo,

²Juny Andry Sulistyio

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung ²

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

geryrizkiibijaksana@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

This study investigates the effects of incorporating wood charcoal and sea sand as additive materials in the Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixture. Wood charcoal, known for its porous structure and lightweight properties, is expected to enhance the absorption and bonding of asphalt binder, while sea sand is examined as a partial substitute for fine aggregates to promote the use of local materials. The experimental design includes the addition of 0%, 2%, 4%, and 6% wood charcoal by total aggregate weight, and 0%, 2%, 4% and 6% sea sand as a mixing complement. Marshall tests were conducted to evaluate key parameters such as stability, flow, Marshall Quotient, Voids in Mix (VIM), Voids in Mineral Aggregate (VMA), and Voids Filled with Bitumen (VFB). The results indicate that the addition of 0% up to 2% wood charcoal meets the requirements of the Indonesian Directorate General of Highways (Bina Marga, 2018). These additives demonstrated improved stability and deformation resistance, though excessive usage led to decreased cohesion and moisture resistance. Overall, wood charcoal and sea sand show potential as sustainable alternative additives in AC-WC mixtures when used in optimal proportions.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan arang kayu dan pasir laut sebagai bahan tambah pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik mekanis campuran aspal. Arang kayu dipilih karena sifatnya yang ringan, berpori, serta mampu meningkatkan stabilitas dan daya serap aspal, sedangkan pasir laut dimanfaatkan sebagai substitusi sebagian agregat halus untuk menilai kelayakan pemanfaatannya dalam konstruksi jalan. Variasi campuran dibuat dengan menambahkan arang kayu sebanyak 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat total agregat, serta pasir laut sebanyak 0%, 2%, 4% dan 6% sebagai bahan tambah. Uji Marshall digunakan untuk menilai parameter stabilitas, kelelahan (flow), Marshall Quotient, dan nilai VIM, VMA, serta VFB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan arang kayu 0% hingga 2% masih memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga 2018. Kombinasi bahan tambah ini berpotensi meningkatkan stabilitas dan ketahanan deformasi plastis campuran, namun penambahan berlebih cenderung menurunkan kohesi dan ketahanan terhadap kelembaban. Dengan demikian, arang kayu dan pasir laut dapat digunakan secara terbatas sebagai bahan tambah alternatif dalam campuran AC-WC, terutama untuk tujuan keberlanjutan dan pemanfaatan material lokal.

Keyword :

AC-WC; Wood Charcoal;
Marshall Test; Sea Sand

1. LATAR BELAKANG

Di Indonesia perkerasan jalan memiliki banyak tantangan yang mempengaruhi kualitas serta jangka umur panjangnya. Dengan bertambahnya populasi masyarakat dapat mempengaruhi volume kendaraan yang meningkat, jalanan di Indonesia mengalami tekanan berat dan seringkali menyebabkan kerusakan dini. Selain itu, Cuaca yg ekstrim seperti hujan lebat dan iklim panas tropis di Indonesia juga dapat menyebabkan degradasi aspal. Maka dari itu, inovasi dalam perkerasan jalan sangat dibutuhkan guna meningkatkan kualitas jalan serta efisiensi biaya konstruksi jalan.

Menurut Abdul Gaus (2017), pasir laut adalah sumber daya alam yang cukup melimpah di Maluku Utara. Pasir laut diketahui mengandung banyak kalsium, hal ini karena komposisi terbanyak dalam pembentukan pasir laut adalah serpihan cangkang karang laut, karena bahan utama pembentuk cangkang karang laut merupakan kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasir laut sebagai substitusi bahan dari agregat halus dalam campuran aspal beton AC-WC. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium dengan melakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik *marshall* yang meliputi stabilitas *marshall*, *flow*, *VIM*, *VMA*, dan *marshall quotient*. Menggunakan pasir laut dengan variasi 0% dan 5% dengan jumlah sampel sebanyak 30 sampel. Hasil yang didapat penelitian ini adalah semakin banyak jumlah pasir laut yang digunakan maka semakin rendah nilai stabilitas dan semakin menurunnya nilai *flow*, namun kadar aspal yang berlebihan juga dapat mengakibatkan penurunan nilai stabilitas. Dari hasil pengujian *marshall* dengan pasir laut didapat nilai stabilitas tertinggi yaitu 3136,91 kg pada campuran pasir laut dengan kadar 5% dan kadar aspal 6%.

Ini menunjukkan nilai stabilitas memenuhi dan berdasarkan spesifikasi sifat sifat campuran aspal beton dalam spesifikasi Bina Marga 2010.

Tujuan Penelitian

1. Menganalisis KAO Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) modifikasi dengan pemanfaatan pasir laut dan arang kayu.
2. Menganalisis pengaruh campuran Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) modifikasi dengan pemanfaatan pasir laut dan arang kayu terhadap VMA, VIM, VFB, Stabilitas, *Flow*, Marshall Quotient

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan Penelitian

a. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini meliputi:

- Agregat kasar, halus, dan abu batu diperoleh dari AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT Semarang Multicon.
- Menggunakan bahan Aspal Polimer Pen 60/70.
- Pasir laut adalah bahan yang akan digunakan sebagai campuran dengan kadar variasi 0%, 2%, 4%, 6%
- Arang kayu lolos saringan no.100 dengan variasi kadar 0%, 2%, 4%, 6%.

b. Peralatan Penelitian

- Alat penguji agregat dan *filler*

Diantara peralatan yang digunakan untuk pengujian agregat termasuk mesin *Los Angeles* (untuk uji abrasi) oven (untuk pengering), timbangan, penguji berat jenis (piknometer, timbangan, dan pemanas).

- Alat penguji aspal

Peralatan untuk pengujian aspal meliputi; alat uji titik nyala dan titik bakar, alat uji titik lembek, alat uji kelarutan, dan alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).

- Alat penguji campuran metode *Marshall*

Seperangkat alat metode *Marshall* digunakan sebagai alat uji, yang meliputi:

1. Alat tekan *Marshall* terdiri dari kepala penekan dengan bentuk lengkung, cincin penguji yang berkapasitas 3000 kg (6000 lbs) dan dilengkapi dengan arloji pengukur kerekatan (*flowmeter*).
2. Alat cetak benda uji silinder dengan diameter 10,2 cm (4 inci) serta tinggi 7,5cm (3 inci) untuk *Marshall* standar dan diameter 15,24 cm (6 inci) dengan tinggi 9,52 cm untuk *Marshall* modifikasi dilengkapi dengan plat dan leher sambung.
3. Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter 9,8 cm (3,86 inci), berat 4,5 kg (10 lbs), dengan tinggi jatuh bebas 45,7cm (18 inci) untuk *Marshall* standar.
4. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.

Alat-alat penunjang meliputi panci pencampur, kompor pemanas, termometer, kipas angin, sendok pengaduk, kaus tangan anti panas, sarung tangan karet, kain lap, kaliper, spatula, timbangan dan spidol untuk menandai benda uji.

KADAR ASPAL OPTIMUM

Kadar aspal yang digunakan sebagai sampel adalah 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% masing-masing menggunakan 3 sampel, penjelasan rinci pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Perhitungan jumlah sampel penentuan kadar aspal optimum

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji
4%	3
4,5%	3
5%	3
5,5%	3
6%	3
Total	15 sampel benda uji

Tabel 3.2 Jumlah benda uji untuk variasi PP dan Arang kayu

(Kadar pasir laut 0%, 2%, 4%, 6%)	(Arang Kayu 0%, 2%, 4%, 6%)	Jumlah Benda Uji
Kadar 0%	Kadar 0%	3
Kadar 2%	Kadar 0%	3

(Kadar pasir laut 0%, 2%, 4%, 6%)	(Arang Kayu 0%, 2%, 4%, 6%)	Jumlah Benda Uji
Kadar 4%	Kadar 0%	3
Kadar 6%	Kadar 0%	3
Kadar 0%	Kadar 2%	3
Kadar 2%	Kadar 2%	3
Kadar 4%	Kadar 2%	3
Kadar 6%	Kadar 2%	3
Kadar 0%	Kadar 4%	3
Kadar 2%	Kadar 4%	3
Kadar 4%	Kadar 4%	3
Kadar 6%	Kadar 4%	3
Kadar 0%	Kadar 6%	3
Kadar 2%	Kadar 6%	3

Kadar 4%	Kadar 6%	3
Kadar 6%	Kadar 6%	3
TOTAL		48

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Apabila sudah dilakukan penentuan *job mix design* juga *design mix* formula, dan pembuatan benda uji sebanyak 60 buah aspal, selanjutnya seluruh benda uji ditimbang dalam keadaan masih kering, dilanjutkan benda uji ditimbang setelah melakukan perendaman selama 24 jam dan benda uji ditimbang kembali dalam keadaan SSD. Seluruh sample benda uji langsung dilakukan proses pengujian pada alat marshall untuk mendapatkan hasil bacaan stabilitas dan hasil bacaan *flow* (kelelehan) pada sample benda uji aspal. Maksud dalam pemeriksaan Marshall test akan menghasilkan parameter Marshall, yaitu nilai KAO (Kadar Aspal Optimum).

Agar dapat memperoleh nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) terlebih dahulu didapatkan beberapa parameter. Parameter yang didapatkan yaitu adalah VMA (*Void in Mineral Aggregates*), VIM (*Void in Mix*), VFB (*Void Filled Bitumen*), stabilitas, *flow* (kelelehan), dan MQ (*Marshall Quotient*).

Rekapitulasi Hasil pengujian Marshall untuk benda uji komposisi kombinasi Arang kayu 0%, 2%, 4% dan 6% dengan Pasir Laut kadar (0%, 2%, 4%, dan 6%), dengan benda uji 3 buah untuk masing masing kadar.

Tabel 4.13. Rekap hasil rata-rata komposisi Arang kayu dengan Pasir laut

URAIAN KOMPOSISI ARANG KAYU + PASIR LAUT	SIFAT CAMPURAN PENGUJIAN LABORATORIUM	ARANG KAYU	PASIR LAUT	SPESIFIKASI
Rongga Udara (VIM)	3,79	0 %	0 %, 2%, 4%, 6%	3.0 - 5.0 %
Rongga Dalam mineral Agregat (VMA)	25,22			Min 15 %
Rongga Terisi Aspal (VFB)	84,46			Min 65 %
Stabilitas Marshall	1424,28			Min 800 Kg
Kelelehan Plastis (Flow)	3,02			2.0 - 4.0
Marshall Quotient	487,43			-
Rongga Udara (VIM)	3,43	2 %	0 %, 2%, 4%, 6%	3.0 - 5.0 %
Rongga Dalam mineral Agregat (VMA)	24,95			Min 15 %
Rongga Terisi Aspal (VFB)	85,87			Min 65 %
Stabilitas Marshall	2356,08			Min 800 Kg
Kelelehan Plastis (Flow)	3,17			2.0 - 4.0
Marshall Quotient	690,52			-
Rongga Udara (VIM)	2,90	4 %	0 %, 2%, 4%, 6%	3.0 - 5.0 %
Rongga Dalam mineral Agregat (VMA)	24,53			Min 15 %
Rongga Terisi Aspal (VFB)	87,91			Min 65 %
Stabilitas Marshall	1991,21			Min 800 Kg

Kelelahan Plastis (Flow)	3,28			2.0 - 4.0
Marshall Quotient	622,37			-
Rongga Udara (VIM)	2,76	6 %	0 %, 2%, 4%, 6%	3.0 - 5.0 %
Rongga Dalam mineral Agregat (VMA)	24,43			Min 15 %
Rongga Terisi Aspal (VFB)	88,29			Min 65 %
Stabilitas Marshall	1765,42			Min 800 Kg
Kelelahan Plastis (Flow)	3,53			2.0 - 4.0
Marshall Quotient	513,05			-

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sample aspal dari kadar 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dengan masing-masing 3 sample, didapatkan hasil kadar aspal 5,8% untuk digunakan dalam rancangan *job mix design*.
2. Berdasarkan hasil pengujian Marshall yang telah dilakukan, bahan tambah arang kayu dan pasir laut dengan kadar yang ditambah maka terjadi penurunan stabilitas. Nilai stabilitas keseluruhan memenuhi spesifikasi Bina Marga. Nilai VIM (*Void in The Mineral Agregat*) dan VMA (*Void in The Mineral Agregat*) juga ikut terpengaruhi. Nilai VMA (*Void in The Mineral Agregat*) hampir keseluruhan memenuhi spesifikasi kecuali pada kombinasi BU3P3 dan BU4P4. Nilai VIM (*Void in The Mix*) yang memenuhi spesifikasi pada Bina Marga hanya pada benda uji dengan kombinasi BU1P1, BU1P2, BU2, BU2P1, BU2P2, BU3, BU3P1, BU4, BU4P1. Nilai Flow, VFB dan MQ (Marshall Quotient) keseluruhan memenuhi spesifikasi. Job Mix Design terbaik terdapat pada terdapat pada komposisi BU1 dan BU2.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ratnasari Ramlan dan Novita Pradhani. Studi Pemanfaatan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton Aspal, Mektek Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Tadulako, 2008.
- Abdul Gaus, Studi Penggunaan Pasir Pantai Bakau Sebagai Campuran Aspal Beton Jenis Hot Rolled Sheet (HRS), Tugas akhir Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangkaraya. 2013
- Rizki Cahyadi, Rika Sylviana dan Elma Yulius. Perbandingan Nilai Stabilitas Penggunaan

- Filler Serbuk Kulit Kerang Dengan Abu Batu Pada Campuran Beton Aspal, Teknik Sipil, Universitas Islam 45 Bekasi, 2015
- Juny Andry Sulisty. Perilaku aspal *Wearing course* Terhadap Pengaruh Rendaman air Pasang (rob) Dengan bahan Tambah *Polyethylene* dan *Fine aggregat slag*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, 2015.
- Mayang Sari dan Sina Wasila. Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Sebagai Filler Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Asphatl Concrete – Wearing Course (Ac-Wc), Program Studi DIV Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015
- Arief Maulana, Komala Erwan, Eti Sulandari. Karakteristik Kekuatan Campuran Beraspal Akibat Air Laut, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2016.
- Ferdiano Yogi Pradanadan M.Sektiaji K. Analisis Perbandingan Aspal Wearing Coarse (Ac-Wc) Dengan Buton Granular Aspal (Bga) 15/20 Pada Penetrasi 60/70 Menggunakan Fly Ash Terhadap Uji Parameter Aspal. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, 2023.
- M. Diky Maulana. Analisis pemanfaatan limbah Arang kayu Sebagai bahan tambah filler pada perkerasan Aspal (AC-WC), Program studi Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2023.