

PENGUNAAN SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN STONE MATRIX ASPHALT (SMA) - KASAR

Desriantomy¹, Iqbal Firdany Anwar^{2*}, Salonten³, Almuntofa Purwantoro⁴

Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, JL. Yos Sudarso, Palangka Raya, Kalimantan Tengah, 73112, Indonesia ¹²³⁴

Koresponden, * iqbalfirdany26@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Stone Matrix Asphalt (SMA), Serat Selulosa (Serat Sabut Kelapa), Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum.

Diajukan : 14 Desember 2023

Diperbaiki : 20 Maret 2024

Diterima : 31 Maret 2024

ABSTRACT

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan diantisipasi untuk menghadapi kendala yang berkaitan dengan peningkatan jumlah dan kualitas konstruksi jalan, serta pemeliharaan jalan. Oleh karena itu, sebuah teknologi konstruksi untuk lapisan perkerasan jalan raya yang telah berhasil dikembangkan di Jerman sejak tahun 1960-an, yang dikenal dengan nama SMA S (Split Mastic Asphalt / Stone Matrix Asphalt dengan tambahan Selulosa). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan supaya bisa mengetahui pengaruh pada penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan penambah serat selulosa pada campuran SMA (Split Mastic Asphalt / Stone Matrix Asphalt) jenis SMA. Menentukan nilai Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum dan nilai karakteristik Marshall dari campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) - Kasar menggunakan agregat eks. Merak dengan variasi kadar 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, dan 0,5% Hasil penelitian terhadap parameter ketahanan campuran Stone Matrix Asphalt (SMA) - Kasar menggunakan metode karakteristik pengujian perendaman (Immersion Test) terhadap Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum, nilai stabilitas menjadi menurun ketika telah melalui perendaman selama 24 jam.

©2023 The Author(s): This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



PENDAHULUAN

Jalan merupakan suatu bentuk infrastruktur transportasi darat yang meliputi berbagai bentuk elemen, diantaranya jalan raya, bangunan pelengkap, dan peralatan khusus, yang semuanya dimaksudkan untuk meningkatkan arus pergerakan kendaraan. Elemen-elemen ini memiliki potensi untuk ditempatkan di permukaan tanah atau di bawah permukaan tanah, dan bahkan di atas permukaan laut. Namun demikian, jalan kereta api, jalan raya truk, dan jalan kabel tidak termasuk dalam kategori infrastruktur jalan (UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan). Saat ini, sebagian besar jalan raya di Indonesia telah mengalami kerusakan struktural dan retakan, yang diakibatkan oleh deformasi permanen yang disebabkan oleh beban berlebih yang diberikan oleh kendaraan yang melebihi kapasitas jalan, serta seringnya kendaraan yang melintas di jalur tersebut. Maka dari itu, upaya-upaya terpadu harus dilakukan supaya bisa mengatasi kekurangan pada bahan pencampur aspal yang ada. Kebutuhan akan aspal yang lebih baik di Indonesia terus meningkat, dengan fokus khusus pada peningkatan sifat penyerapan air untuk mengurangi timbulnya keretakan dan kerusakan pada infrastruktur jalan yang ada. Dalam hal ini, terjadinya masalah terkait dapat disebabkan oleh karakteristik material yang melekat pada aspal atau metode pengolahan yang tidak memadai. Selain itu, kondisi tanah dasar yang tidak stabil dapat terjadi karena praktik pelaksanaan yang kurang optimal, serta kualitas tanah yang kurang baik dan prosedur pemadatan yang kurang baik selama tahap persiapan tanah dasar.

METODE

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini berjenis penelitian kuantitatif, yang berfokus pada penelitian populasi atau sampel tertentu. Pada metode ini, pengumpulan data dilakukan dengan melalui penggunaan alat ukur (instrumen), yang diikuti dengan analisis kuantitatif dan statistik, dengan tujuan untuk menguji dan memvalidasi hipotesis yang telah ditentukan.

2. Data Penelitian

Data yang disajikan meliputi pemeriksaan sifat dari bahan dan karakteristik dari campuran *Marshall*, yang diperoleh melalui serangkaian pengujian yang dilakukan. Pengujian ini melibatkan analisis berurutan dari berbagai parameter, diantaranya saringan agregat kasar, saringan agregat halus, berat jenis dan penyerapan agregat kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus, dan menggunakan alat *Marshall*.

3. Teknik Analisis Data

Metode eksperimen dilakukan dengan menggunakan teknik empiris pada beberapa benda uji yang berasal dari berbagai macam kondisi perlakuan yang dinilai di dalam lingkungan laboratorium. Data literatur merujuk pada informasi yang diperoleh dari materi kuliah, laporan yang dihasilkan selama sesi praktikum, serta konsultasi langsung dengan asisten laboratorium dan laporan yang terkait dengan lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metodologi pengujian yang melibatkan pembuatan dan pengujian terhadap sejumlah benda uji standar yang memiliki bentuk tabung. Benda uji ini memiliki diameter 102 mm (4 inch) dan memiliki tinggi 63,5 mm (2,5 inch). Proses pemadatan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, yang terletak di Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Sebanyak 18 benda uji digunakan, dengan 6 variasi dengan tiap variasi terdiri dari 3 benda uji. Pemadatan dilakukan dengan melakukan 50 kali penumbukan berulang pada setiap bidang. Sedangkan, kadar serabut kelapa divariasikan pada kadar 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, dan 0,5%.

Metode pengujian *Marshall* adalah prosedur laboratorium yang digunakan untuk menguji karakteristik pada bahan dasar perkerasan. Pengujian ini juga memeriksa karakteristik campuran dan menentukan perencanaan Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah. Pengujian ini menghasilkan sejumlah data *Marshall*, yang meliputi ukuran Stabilitas, *Flow*, Rongga dalam Agregat Mineral (VMA), dan Rongga dalam Campuran (VIM).

1. Hasil

Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan pada Agregat Kasar menunjukkan bahwa berat jenis curah (*bulk*) yang terukur ialah sebesar 2,539 gram, berat jenis semu (*apparent*) ialah sebesar 2,560 gram, dan penyerapan (*absorption*) ialah sebesar 0,325%.

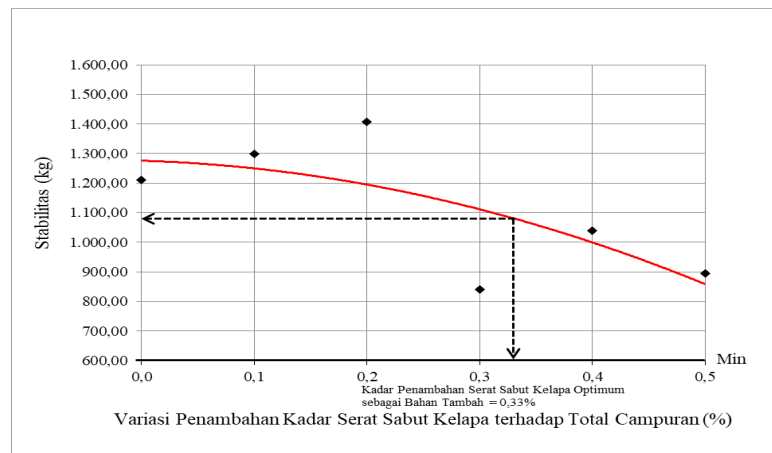
Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan pada terhadap Agregat Halus, menunjukkan bahwa berat jenis curah (*bulk*) yang terukur ialah sebesar 2,615 gram, berat jenis semu (*apparent*) ialah sebesar, dan penyerapan (*absorption*) ialah sebesar 0,530 %.

Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan pada terhadap *Filler*, menunjukkan bahwa berat jenis curah (*bulk*) yang terukur ialah sebesar 2,310 gram, berat jenis semu (*apparent*) ialah sebesar 2,492 gram, dan penyerapan (*absorption*) ialah sebesar 3,159 %.

2. Pembahasan

1) Stabilitas

Stabilitas perkerasan berarti dapat menangani beban lalu lintas tanpa harus mengalami perubahan bentuk yang tidak dapat pulih, misalnya seperti bergelombang, alur (*rutting*), dan bleeding. Nilai dari stabilitas telah dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya ialah kohesi/penetrasi, kadar aspal, gesekan internal, interlocking partikel agregat, bentuk, tekstur, dan gradasi agregat. Sehingga ketika nilai stabilitas berada dalam nilai yang tinggi, maka akan membuat campuran menjadi kaku, sehingga menimbulkan kerentanan terhadap keretakan. Sebaliknya, nilai stabilitas berada dalam nilai yang rendah membuat campuran aspal-agregat menjadi menjadi lebih rentan terhadap *rutting* ketika mengalami beban lalu lintas. Batas spesifikasi stabilitas untuk *Stone Matrix Asphalt* (SMA) minimal 600 kg. Nilai stabilitas terlihat pada gambar berikut ini:

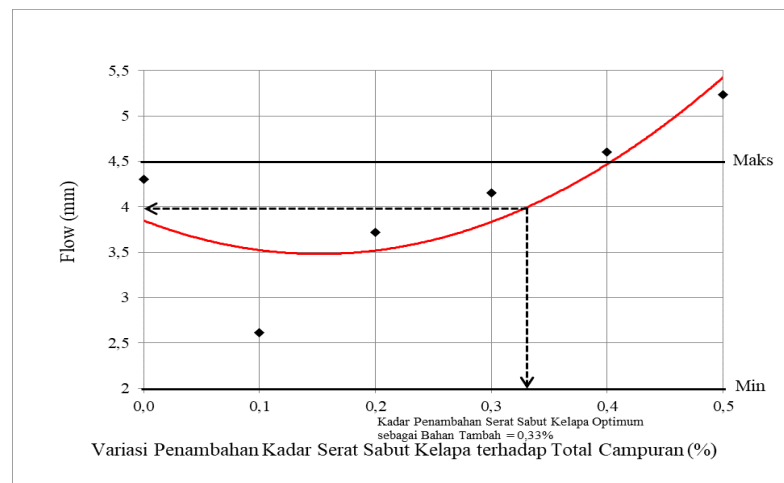


Gambar 2. Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Tambah
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil pemeriksaan bahwa nilai stabilitas tertinggi dicapai pada kadar serat sabut kelapa 0,2% yaitu 1406,811 kg dan nilai stabilitas terendah pada kadar aspal 0,3% yaitu 840,853 kg. Untuk Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah 0,33% didapat nilai stabilitas sebesar 1080,00 kg. Secara keseluruhan nilai stabilitas memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Spesifikasi Bina Marga Revisi 2 Tahun 2018 untuk campuran Stone Matrix Asphalt yaitu minimal sebesar 600 kg.

2) Flow

Flow (kelelehan) merujuk pada deformasi vertikal yang terjadi pada lapisan perkerasan selama pembebanan hingga titik di mana kondisi stabilitas berkurang. *Flow* mengukur tingkat deformasi yang terjadi sebagai akibat menahan beban yang diberikan pada lapisan perkerasan, yang kemudian akan diuji dengan menggunakan alat *Marshall*. *Flow* merujuk pada tingkat deformasi plastis yang dialami oleh benda uji yang terdiri dari campuran agregat yang terjadi diakibatkan oleh pembebanan hingga mencapai titik keruntuhan, yang diukur berdasarkan panjangnya. Batasan spesifikasi *flow* untuk *Stone Matrix Asphalt* (SMA) berkisar antara 2 hingga 4,5 mm. Nilai *Flow* terlihat pada gambar berikut ini:

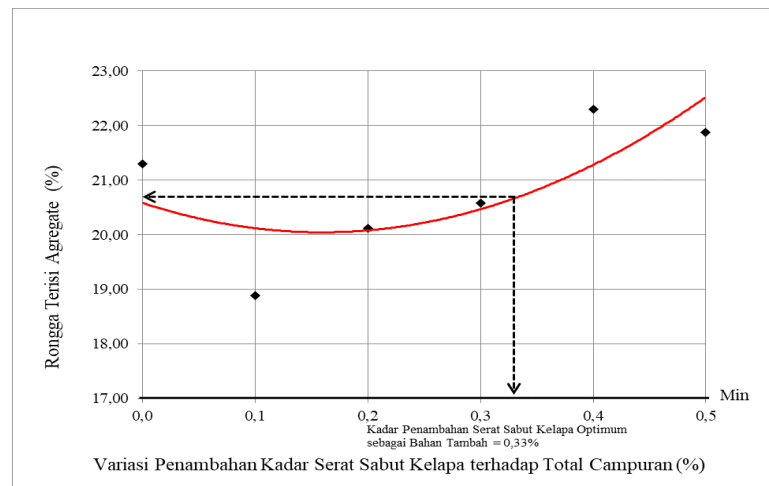


Gambar 3. Grafik Hubungan Kelelehan (*flow*) terhadap Variasi Kadar Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Tambah
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil pemeriksaan bahwa nilai kelelehan (*flow*) tertinggi dicapai pada kadar serat sabut kelapa sebagai bahan tambah 0,5% yaitu 5,23 mm dan nilai kelelehan (*flow*) terendah pada kadar aspal 0,1% yaitu 2,62 mm. Untuk Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah 0,33% didapat nilai kelelehan (*flow*) sebesar 3,99 mm. Secara keseluruhan nilai kelelehan (*flow*) memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Revisi 2 Tahun 2018 untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* yaitu 2 – 4,5 mm, kecuali pada variasi kadar serat sabut kelapa sebagai bahan tambah 0,4% yaitu 4,60 mm dan 0,5% yaitu 5,23 mm.

3) *Void In Mineral Aggregate* (Rongga antar Agregat)

Void In Mineral Aggregate (VMA) merupakan istilah yang berhubungan dengan adanya rongga udara di dalam campuran agregat aspal yang telah dipadatkan, yang meliputi area rongga yang telah terisi oleh aspal. Hal ini dinyatakan sebagai persentase dari total volume campuran agregat aspal. Beberapa faktor memberikan pengaruh terhadap VMA, diantaranya adalah komposisi dan ukuran campuran agregat, energi yang digunakan selama pemadatan, jumlah kandungan aspal, dan bentuk butiran. Syarat batas minimum untuk batas spesifikasi *Void In Mineral Aggregate* pada *Stone Matrix Asphalt* (SMA) ditetapkan sebesar 17%. Nilai VMA terlihat pada gambar berikut ini:

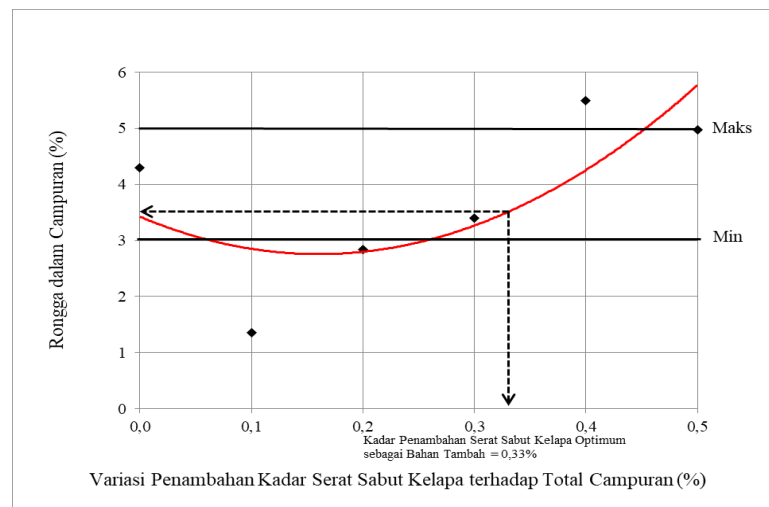


Gambar 4. Grafik Hubungan Rongga antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Tambah
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa ialah sebesar 0,4% yang menghasilkan nilai VMA tertinggi, yaitu 22,302%. Sebaliknya, nilai VMA terendah terlihat pada penambahan serat sabut kelapa sebesar 0,1%, dengan nilai yang tercatat sebesar 18,889%. Untuk Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah 0,33% didapat nilai VMA sebesar 20,66%. Secara keseluruhan nilai VMA memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Revisi 2 Tahun 2018 untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* yaitu minimal sebesar 17 %.

4) *Void In the Mix* (Rongga dalam Campuran)

Void In The Mix (VIM) merujuk pada proporsi rongga yang ada didalam campuran agregat aspal. Nilai VIM memberikan pengaruh dalam menentukan ketahanan campuran aspal agregat. Sehingga ketika nilai ini yang semakin tinggi menandakan jumlah rongga yang lebih besar di dalam campuran, yang menghasilkan campuran yang memiliki sifat poros. Akibatnya, campuran menjadi kurang rapat, yang akan menyebabkan air dan udara menjadi lebih mudah menembus rongga. Sehingga hal ini menyebabkan peningkatan oksidasi, dan mengurangi daya tahannya. Syarat batas spesifikasi *Stone Matrix Asphalt* (SMA) adalah 3 - 5%. Nilai VIM terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5. Grafik Hubungan Rongga dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Tambah
 Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil pemeriksaan bahwa VIM tertinggi dicapai pada kadar serat sabut kelapa yang menjadi bahan tambah 0,4% yaitu 5,50% dan VIM terendah pada kadar serat sabut kelapa yang menjadi tambah 0,1% yaitu 1,35%. Untuk Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah 0,33% didapat VIM yaitu sebesar 3,50%. Secara keseluruhan nilai VIM telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Revisi 2 Tahun 2018 untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* yaitu 3 - 5 %, kecuali pada variasi kadar serat sabut kelapa sebagai bahan tambah 0,1% yaitu 1,35 %, 0,2% yaitu 2,84%, dan 0,4% yaitu 5,50 %.

5) Immersion Test

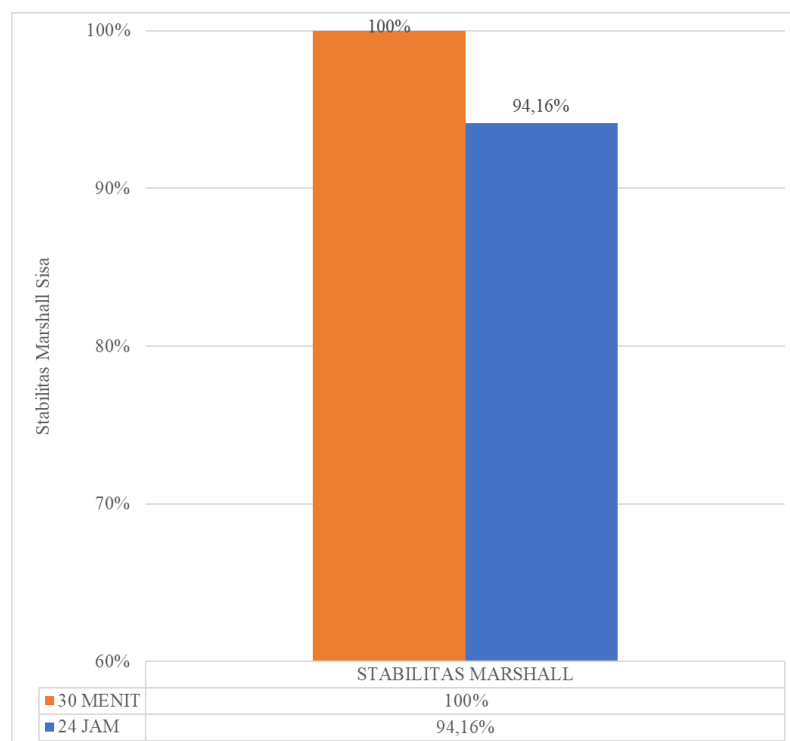
Immersion Test digunakan sebagai sebuah metode untuk menilai pengaruh air pada campuran perkerasan aspal. Proses pengujian indeks stabilitas mengikuti pedoman yang diuraikan dalam standar SNI M-58-1990. Uji ini dilakukan pada suhu terkontrol $60 \pm 1^\circ\text{C}$ dalam kurun waktu 24 jam, serta durasi yang lebih singkat yaitu 30 menit dalam waterbath. Pengujian ini terdiri dari perendaman sampel dalam bak perendaman untuk menentukan Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah. Menurut pedoman MS-2 (1983) dari *Asphalt Institute*, direkomendasikan bahwa indeks stabilitas sisa setelah perendaman dalam kurun waktu 24 jam harus melebihi 75%. Sebaliknya, Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 merekomendasikan bahwa indeks stabilitas sisa harus melebihi 90%. Indeks Kekuatan Sisa (*Index of Retained Strength*) (IRS) adalah persentase yang menunjukkan perbandingan antara stabilitas yang direndam dan stabilitas material standar.

Adapun hasil dari pengujian *Marshall* Sisa dengan Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum sebagai Bahan Tambah terlihat pada Tabel 3 dan Gambar 6:

Tabel 3. Persyaratan Bahan Tambah atau *Stabilizer* (Serat Selulosa) untuk *Stone Matrix Asphalt*

Perendama n	KAO (%)	Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum (%)	Stabilitas (kg)	IRS (%)
30 menit	7,85	0,33	1080,00	94,16
1440 menit			1016,90	
Spesifikasi				> 90

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas *Marshall* Sisa

Sumber: Hasil Analisis, 2023

KESIMPULAN

Menurut hasil yang diperoleh dari penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan berikut, yaitu:

- 1) Berdasarkan variasi kadar serat sabut kelapa sebagai bahan tambah sebesar 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% dan 0,5% terhadap total campuran pada komposisi campuran dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) 7,85%, diperoleh Kadar Penambahan Serat Sabut Kelapa Optimum yang menjadi Bahan Tambah yaitu sebesar 0,33% dengan memiliki nilai Stabilitas yaitu sebesar 1080,00 kg, flow yaitu sebesar 3,99 mm, rongga antar agregat (VMA) yaitu sebesar 20,66 %, dan rongga dalam campuran (VIM) yaitu sebesar 3,50 %.
- 2) Menurut hasil pengujian yang diperoleh dan analisis karakteristik uji rendaman (Immersion Test), dapat disimpulkan bahwa kepadatan yang lebih tinggi atau volume yang lebih kecil dari VIM menyebabkan pengurangan infiltrasi air. Oleh karena itu, kepadatan muncul sebagai faktor penting dalam mempertahankan stabilitas. Hasil pengujian menunjukkan penurunan stabilitas perendaman pada suhu 60°C dalam kurun waktu 24 jam (1440 menit) untuk sampel seberat 1016,90 kg. Penurunan ini kemudian dibandingkan dengan nilai stabilitas yang diamati dalam kondisi standar, yang melibatkan durasi 0,5 jam (30 menit) pada suhu 60°C dan berat sampel 1080,00 kg. Meskipun terjadi penurunan, nilai Indeks Stabilitas Sisa (Index of Retained Strength) (IRS) untuk campuran tersebut masih berada di atas spesifikasi minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga Revisi 2 (2018) untuk campuran Stone Matrix Asphalt (SMA). Secara spesifik, nilai IRS 94,16% lebih besar dari nilai IRS yang disyaratkan yaitu 90%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik khususnya keluarga besar Teknik Sipil angkatan 2018 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. D. Rachmawati and J. Sugandono, "Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Serat Selulosa Pada Campuran SMA (Split Mastic Asphalt)," 2001.
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2)," 2020.
- [3] K. Blazejowski, *Stone Matrix Asphalt : Theory and Practice*. CRC Press, 2011.
- [4] A. Wahyono and D. Saputro, "Pengaruh Penggunaan Serat Gelas Sebagai Bahan Pengganti Serat Selulosa Pada Nilai Marshall Campuran SMA (Split Mastix Asphalt)," 2003.
- [5] F. N. Hasibuan, "Pengaruh Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Penambah Serat Selulosa Pada Campuran Split Mastic Asphalt (SMA)," 2019.

- [6] I. Suriaman, J. Hendrarsakti, dan Ari Darmawan Pasek, F. Teknik Mesin dan Dirgantara, and I. Teknologi Bandung, "Potensi Pemanfaatan Serat Selulosa sebagai Material Bahan Baku dalam Sintesis Filter Udara Non-Woven sesuai Standar TAPPI T 205," 2016.
- [7] A. Tahir, "Kinerja Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Yang Menggunakan Serat Selulosa Alami Dedak Padi," 2011.
- [8] Standar Nasional Indonesia, "Spesifikasi stone matrix asphalt (SMA)," 2015, [Online]. Available: www.bsn.go.id