



ARTICLE

Potensi Penggunaan Serat Tebu Sebagai Substitusi Serat Selulosa Pada Campuran Stone Matrix Asphalt

Ikhlusal Febrianto,* Edi Yusuf Adiman, and Benny Hamdi Rhoma Putra

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Riau Kampus Bina Widya, Jl HR Subrantas KM 12 Pekanbaru 28293, Indonesia

*Corresponding author. Email: ikhlusal.febrianto1411@student.unri.ac.id

(Received 12 Januari 2024; revised 26 Maret 2024; accepted 5 April 2024; first published online 20 April 2024)

Abstract

SMA asphalt mixture is an asphalt mixture with gap graded, so this type of pavement requires a high asphalt content. High asphalt content in the mixture has positive and negative impacts. The advantage is that it can make the mixture resistant easily oxidization and can make increase the durability of the road pavement layer. The disadvantage is prone to drain down (a condition where the binder (asphalt) will flow or separate from the mix) in the form of cellulose fibers or polymer fibers. This results in a mixture of SMA which is more resistant to deformation, deflection, and cracking and is stable to withstand the load of the vehicle's wheels. The additives commonly used are synthetic cellulose fibers, called Arbocell and Viatop66. This product is manufactured in Rosenberg-Germany. The use of this product causes problems, namely the high price and depends on the dollar price, and requires additional procurement costs in the form of import costs. Therefore, it is necessary to find an alternative to replace the cellulose fiber with natural fibers that have characteristics that are close to synthetic fibers. Based on the literature review, several natural cellulose fibers that have been successfully used as additives for SMA mixtures are rice bran fiber, palm fiber, coconut fiber, and pineapple leaf fiber, coconut fiber, kapok fiber, corn cobs. With cellulose content ranging from 14 – 64%, it shows good performance. Therefore, pineapple leaf fiber with a higher cellulose content of 69.5–71.5% has the potential to be used as an additive because it has a cellulose content that is close to synthetic fiber.

Keywords: Stone Matrix Asphalt, Draindown, Stabilizer, Baggase, Delignifikasi

1. Pendahuluan

Data transportasi darat tahun 2021 menunjukkan bahwa di Indonesia terdapat 31,91% jalan dengan kondisi rusak dan rusak berat dari total keseluruhan jalan yang ada. Kerusakan jalan di Indonesia umumnya disebabkan oleh pembebanan yang terjadi berlebihan (Lubis 2019). Over Dimension Over Load (ODOL) adalah berlebihannya beban dan muatan yang diangkut oleh kendaraan berdasarkan ketentuan yang berlaku. Cuaca yang cenderung panas di Indonesia juga menyebabkan aspal mudah mengalami pelapukan, yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada jalan yang memiliki kekuatan lemah dan stabilitas yang rendah yang mengakibatkan terjadinya deformasi serta keretakan pada aspal. Oleh karena itu dibutuhkan campuran beraspal yang memiliki daya tahan yang baik terhadap

cuaca serta kekuatan yang dibutuhkan agar meminimalisir kemungkinan jalan tersebut untuk retak dan mengalami deformasi.

Pada tahun 70-an di Indonesia, jenis perkerasan yang mulai umum digunakan adalah Asphalt Concrete (AC). Hingga tahun 1980-an penggunaan jenis perkerasan AC semakin luas, dengan maraknya pembangunan infrastruktur untuk jalan arteri dan perkotaan. Namun dikarenakan kepekaan jenis perkerasan ini terhadap ketelitian dari pelaksanaan pembangunan dan rentan terhadap pelapukan selaput aspal, sering terjadi keretakan pada jalan yang kelebihan beban lalu lintas dan tidak dilakukan perawatan rutin. Kemudian jenis perkerasan Hot Rolled Sheet (HRS) mulai diperkenalkan. Campuran HRS merupakan campuran yang mempunyai ketahanan terhadap retak yang baik, tetapi campuran ini mempunyai stabilitas yang relatif rendah sehingga sering dijumpai kerusakan berupa perubahan bentuk, seperti timbulnya alur plastis yang tidak dapat dihindarkan. Kerusakan ini semakin parah dan berkembang dengan cepat terutama pada jalan-jalan dengan lalu lintas padat (Suparma, Panggabean, and Mude 2014). Peningkatan beban layanan lalu lintas yang harus dilayani oleh jalan maka dibutuhkan perkerasan yang lebih tahan terhadap deformasi dan kuat dibandingkan jenis perkerasan yang telah ada sebelumnya. Jenis campuran yang telah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah campuran Stone Matrix Asphalt (SMA). Campuran SMA memiliki karakteristik gradasi agregat hampir seragam sehingga campuran ini memiliki ketahanan terhadap deformasi alur (*rutting*), menjadikannya sebagai solusi dari kekurangan yang dimiliki oleh campuran HRS.

Campuran Beraspal Stone Matrix Asphalt (SMA) memiliki potensi besar untuk menjadi pilihan utama dalam pembuatan perkerasan lentur di Indonesia. Campuran ini memiliki proporsi agregat kasar yang tinggi diikat oleh mastic (campuran agregat halus, filler, bahan tambah dan aspal dengan proporsi besar), sehingga campurannya membentuk stone-on-stone skeleton contact (kontak langsung antar butiran-butiran agregat kasar) sehingga menjadi sebuah kerangka batuan yang efisien untuk penyebaran beban. Struktur butiran ini akan saling bertumpu dan membentuk satu kesatuan ikatan (*interlocking*) antara satu dan lainnya (AASHTO-M325-08 2008). Adanya kerangka agregat kasar dalam campuran ini membuatnya menjadi campuran yang dapat menahan beban lalu lintas dengan efisien. Di samping kelebihan yang ditawarkan oleh jenis campuran ini, terdapat kekurangan yang membuat jenis aspal ini masih jarang digunakan di Indonesia maupun di luar negeri. Kekurangan tersebut adalah harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal konvensional yang disebabkan oleh tingginya kandungan aspal, filler dan stabilizer yang digunakan (Blazejowski 2016). Selain itu, terdapat resiko munculnya titik-titik gemuk aspal yang muncul ke permukaan aspal disebabkan oleh adanya kesalahan dalam perancangan, produksi dan konstruksi perkerasan.

Tingginya perbedaan harga pembuatan campuran beraspal SMA utamanya disebabkan oleh tingginya kadar stabilizer yang digunakan. stabilizer yang biasa digunakan untuk campuran ini berupa serat sintetik dengan merk Arbocell (Aminin 2020). Bahan tambah yang juga dapat digunakan dalam campuran Stone Matrix Asphalt adalah Viatop66, dimana Viatop66 adalah serat selulosa yang dihasilkan dalam suatu proses produksi yang khusus. Viatop66 terdiri dari Arbocell dengan bahan tambah lainnya, yang dikemas dalam bentuk butiran silinder dan berwarna abu-abu kehitaman (Abdillah, Pradani, and Batti 2018). Harga kedua produk tersebut tergolong tinggi dikarenakan kedua produk ini diproduksi oleh perusahaan yang sama yang berlokasi di Rosenberg-Jerman. Harga produk yang dipengaruhi biaya pengadaan tambahan berupa biaya pengimporan menjadi permasalahan utama yang menghalangi penggunaan jenis campuran ini secara massal di Indonesia. Untuk itu dibutuhkan alternatif stabilizer yang dapat digunakan sebagai substitusi Viatop66 dan Arbocell yang memiliki harga terjangkau dan mudah didapatkan. Alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti serat selulosa sintetik dalam campuran SMA yaitu serat selulosa alami yang berasal dari tumbuhan.

Ampas tebu adalah limbah dari sisa pembuatan gula dan jajanan tebu, yang tinggi potensi serat alam dengan persentase serat selulosa sebanyak 45%-55% dari berat total ampas tebu tersebut (Novia,

Makki, and Arafah 2022). Pemanfaatan dari limbah pengolahan tebu ini dirasa masih belum optimal, karena sebagian besar dari ampas tebu hanya berakhir menjadi pakan ternak, bahan bakar, dan sampah organik. Kandungan serat yang tergolong tinggi serta murah dan mudah untuk didapatkan menjadikan ampas tebu berpotensi untuk dapat digunakan menjadi substitusi serat sintetik campuran Stone Matrix Asphalt (SMA). Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Tahun 2020, kadar serat yang digunakan dalam campuran SMA berkisar sekitar 0,3% dari total berat campuran, sehingga nilai ini dijadikan acuan dalam penggunaan serat ampas tebu dalam campuran SMA.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Stone Matrix Asphalt

Stone Matrix Asphalt merupakan salah satu jenis campuran beraspal panas yang dapat digunakan sebagai lapis permukaan. Campuran SMA terdiri dari agregat bergradasi kasar yang relatif seragam dengan bahan tambah serat selulosa dengan proporsi sebanyak sekitar 0,3% terhadap berat total campuran. Sifat-sifat dari campuran SMA adalah sebagai berikut (Bramasta 2020) : (a) Persentase Agregat kasar (Coarse Aggregate) yang tinggi (70%-80%) dan memiliki gradasi terbuka (open-graded), (b) Kadar aspal dan kekentalan/Ti aspal tinggi (6,5%-7,5%) sehingga tebal filler aspal cukup tebal, (c) Memerlukan bahan pengisi dalam jumlah yang cukup banyak, (d) Memerlukan bahan tambah untuk menstabilkan bahan pengikat.

Proporsi agregat kasar yang tinggi membentuk kerangka agregat kasar (coarse aggregate skeleton) yang diikat oleh mastic yang terdiri dari campuran agregat halus, bahan bitumen dalam persentase yang besar dan bahan tambah (filler). Kerangka agregat kasar adalah struktur butiran dengan ukuran yang bersesuaian yang saling bertumpu dan saling bertautan. Adanya kontak antar butir yang saling bertaut dan bertumpu satu sama lain menyebabkan penyebaran beban yang lebih merata dan efisien yang menambah kekuatan tekan dari campuran tersebut (AASHTO-M325-08 2008).

Campuran SMA memiliki beberapa kelebihan dan kekurangannya sendiri. Kelebihan dari campuran Stone Matrix Asphalt yaitu (Blazejowski 2016) : (a) Umur kerja/layar yang panjang, (b) Tahan terhadap deformasi karena adanya kerangka agregat kasar dan agregat yang bertaut dan bertumpu satu dengan lainnya, (c) Meningkatkan umur lelah akibat tingginya kadar binder dalam campuran, (d) Lebih tahan terhadap aus lalu lintas karena butir agregat kasar yang keras, (e) Peredam suara yang baik, (f) Makrotekstur permukaan yang baik dan mengurangi cipratan akibat lalu lintas ketika jalanan basah. Sedangkan kekurangan dari campuran SMA yaitu : (a) Harga yang relatif lebih tinggi dari aspal konvensional, (b) Resiko muncul spot-spot pada permukaan perkerasan akibat kesalahan atau variasi selama pelaksanaan maupun produksi dari aspal ini.

Kekuatan utama dari campuran ini berasal dari adanya stone on stone contact yang terjadi pada agregat penyusunnya yang cenderung kasar. Kondisi ini menciptakan struktur berupa kerangka agregat kasar (coarse aggregate skeleton) yang memberikan kekuatan tekan dan ketahanan campuran terhadap deformasi. Kekuatan tersebut dipengaruhi oleh seberapa sempurna agregat saling mengunci (interlocked) dan seberapa tahan agregat tersebut terhadap pecahan (fragmentation). Untuk mendapatkan struktur yang optimal, diperlukan kontrol khusus dalam proses pemadatan campuran. Jika pemadatan kurang maka butiran yang lebih halus dapat memasuki celah dan menghilangkan kekuatan dari campuran. Namun jika pemadatan dilakukan secara berlebihan maka butiran yang mengalami kontak dapat pecah dan menjadi butiran yang lebih kecil (Blazejowski 2016).

2.2 Draindown

Campuran Stone Matrix Asphalt menggunakan agregat yang bergradasi senjang dengan ukuran butiran yang relatif besar dan seragam. Hal ini tentu saja menyebabkan terdapat banyak rongga yang berada di antara butiran penyusun campuran, sehingga campuran ini memerlukan aspal dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan campuran beraspal konvensional. Tingginya kadar aspal

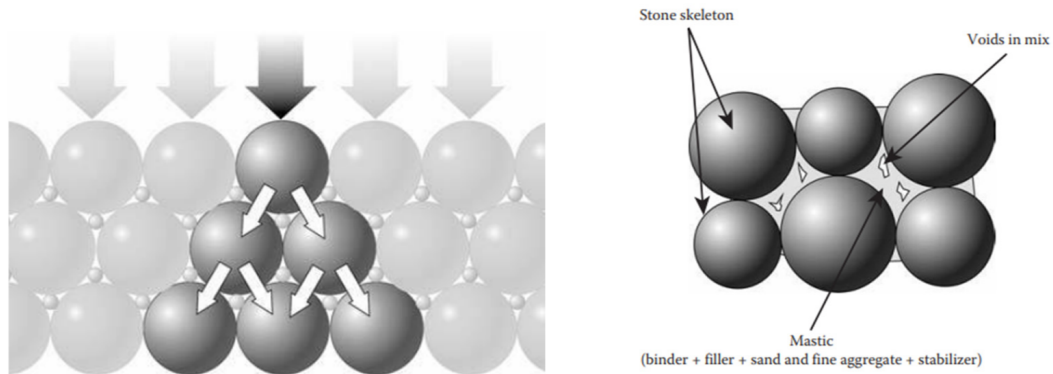


Figure 1. Sketsa Distribusi Beban Kerangka Agregat Kasar (Blazejowski 2016)

Table 1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Stone Matrix Asphalt (Bina Marga 2020)

Sifat-Sifat Campuran			Persyaratan	
			SMA	SMA Mod
Jumlah tumbukan per bidang, w			50	
Rongga dalam campuran, VIM , %	Min./Maks		3,0/5,0	
Rongga dalam agregat VMA , %	Min.		17	
Rasio VCA_{mix}/VCA_{DRC}			< 1	
Draindown Pada Temperatur produksi, % berat dalam campuran (waktu 1 jam)	Maks		0,3	
Stabilitas <i>marshall</i> , kg	Min.		600	750
Pelelehan, mm	Min./Maks		2,0/4,5	
<i>Tensile Strength Ratio</i> (TSR) pada VIM 6% \pm 1%, %	Min		90	
Stabilitas dinamis, lintasan/mm	Min		2500	2500

dan banyaknya rongga antar butiran ini menyebabkan campuran SMA rentan terhadap peristiwa draindown.

Draindown adalah kejadian terpisahnya bahan pengikat campuran (binder) atau mastic dari dalam campuran akibat suhu tinggi dimana bahan pengikat masih dalam kondisi leleh. Peristiwa draindown dapat menyebabkan campuran kehilangan binder dengan cepat terutama pada kondisi cuaca yang panas, yang akan menyebabkan campuran mengalami kerusakan dan kehilangan kekuatan. Untuk itu campuran Stone Matrix Asphalt memerlukan bahan yang berfungsi sebagai penstabil campuran untuk mencegah terjadinya peristiwa draindown pada campuran tersebut.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menguji draindown dari campuran yang digunakan di berbagai negara, yaitu Blazejowski (2016) : (a) Metode Schellenberg's yang dipublikasikan pertama kali pada tahun 1986 oleh Kurt Schellenberg dan Wolfgang von der Weppen, metode ini dilakukan dengan memanaskan campuran SMA yang belum dipadatkan yang ditempatkan di dalam beaker kaca, (b) Metode AASHTO T 305-97 (2001) yang dilakukan dengan memanaskan

campuran SMA atau Porous Asphalt (open-graded friction course) yang belum dipadatkan, di dalam keranjang yang terbuat dari jaring-jaring kawat. Jaring-jaring kawat ini memiliki ukuran lubang sebesar 6,3 mm untuk campuran dengan ukuran maksimum agregat $\geq 9,5$ mm dan ukuran lubang sebesar 2,36 mm untuk campuran dengan ukuran maksimum agregat 4,75 mm, (c) Metode EN 12697-18 yang mengakomodasi kedua metode yang telah ada, yaitu menggunakan Glass Beaker sesuai Metode Schellenberg's dan keranjang yang terbuat dari jaring-jaring kawat untuk menguji campuran aspal yang belum dipadatkan. Metode pengujian draindown berdasarkan EN 12697-18 (Part 1), menggunakan keranjang yang terbuat dari jaring-jaring kawat untuk menguji Porous Asphalt. Metode pengujian draindown berdasarkan EN 12697-18 (Part 2), diaplikasikan sesuai Metode Schellenberg's menggunakan Glass Beaker untuk menguji Porous Asphalt yang mengandung serat dan campuran SMA. Hasil dari pengujian draindown dapat menunjukkan potensi terjadinya pemisahan bahan pengikat dari dalam campuran.

2.3 Serat Selulosa

Selulosa adalah sebuah polisakarida yang terbuat dari sebuah rantai linear dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu ikatan senyawa organik. Selulosa ini merupakan komponen utama dinding sel tanaman hijau, yang membuatnya menjadi senyawa organik paling umum di Bumi. Jumlah selulosa yang terkandung dalam tumbuhan yaitu sekitar 35–50% terhadap berat kering (dry weight) tanaman (Lynd et al. 2002). Serat selulosa sebagai aditif (bahan tambah) pada konstruksi perkerasan berguna untuk mengurangi sifat yang merugikan yang berasal dari aspal akibat kenaikan temperatur. Hal ini diperlukan karena iklim tropis di Indonesia yang kurang menguntungkan untuk perkerasan jalan. Menurut Bina Marga (2020), penambahan serat atau stabilizer dalam campuran SMA berjumlah 0,3% dari total campuran, yang berguna untuk mencegah terjadinya draindown dari campuran.

Serat selulosa sintetis adalah jenis serat buatan yang diproduksi melalui proses kimia menggunakan selulosa, yang merupakan polimer alami yang ditemukan dalam tanaman. Proses produksi melibatkan perubahan struktur kimia selulosa alami menjadi serat yang lebih kuat dan tahan lama. Serat selulosa sintetis merupakan stabilizer yang paling banyak dipakai untuk campuran SMA. Kemampuannya untuk menyerap bahan bitumen dan menstabilkan campuran membuatnya dapat meningkatkan durabilitas dari campuran aspal (Abdillah, Pradani, and Batti 2018). Salah satu jenis serat selulosa sintetis yang banyak digunakan sebagai stabilizer campuran Stone Matrix Asphalt adalah Viatop66. Viatop66 adalah serat selulosa yang dilapisi oleh bitumen melalui suatu proses produksi yang khusus. Bitumen ini bertindak membantu proses granulasi, yang memungkinkan untuk mengontrol perilaku proses granulasi yang terjadi pada serat selama proses granulasi. Dalam waktu yang sama bitumen ini mengambil alih fungsi pengisi ruang antarserat yang diperlukan untuk kelengkapan proses dispersi pada serat selama proses pencampuran aspal.

Serat selulosa alami adalah serat selulosa yang didapatkan dari alam tanpa melalui proses pembuatan sintetis apapun. Serat selulosa adalah zat yang tersedia melimpah di alam bebas, dimana banyak serat selulosa bisa didapatkan dari tumbuhan. Zat ini banyak ditemukan dalam tumbuhan karena zat ini merupakan penyusun dari dinding sel tumbuhan, walaupun sebenarnya dapat juga diproduksi oleh hewan dan juga bakteri. Persentase serat selulosa dari total berat kering tumbuhan juga tergolong tinggi, berkisar 35%–50% dari berat kering tanaman (Lynd et al., 2002). Walaupun ada serat selulosa yang tersedia dalam bentuk murni di alam, namun serat selulosa pada tumbuhan biasanya tergabung bersama matriks penyusun tumbuhan lainnya seperti hemiselulosa dan lignin sehingga diperlukan proses khusus untuk mendapatkan serat selulosa yang murni.

Ampas tebu adalah bahan yang memiliki kadar serat yang tergolong tinggi, yang berpotensi dimanfaatkan untuk menjadi bahan alternatif serat alami. Novia, Makki, and Arafah (2022) menyebutkan bahwa serat ampas tebu (bagasse) memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, mudah didapat, mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, low density, tidak membahayakan kesehatan dan dapat terdegradasi secara alami (biodegradable) sehingga lebih ramah terhadap lingkungan.

Ampas tebu juga memiliki bentuk serat yang hampir menyerupai bentuk fiber sintetik yang tersedia di pasaran (Fithriatusshalihah 2016).

Bentuk fisik ampas tebu hampir mirip dengan serat sintetik yang tersedia di pasar. Komposisi ampas tebu terdiri dari selulosa (45–55%), hemiselulosa (20–34%), lignin (20–34%), dan zat ekstraktif lainnya (2–6%). Tingkat kandungan serat yang cukup tinggi pada ampas tebu, yaitu sekitar 45%–55%, memungkinkan penggunaannya sebagai bahan tambahan untuk memperkuat material lain (Novia, Makki, and Arafah 2022). Untuk saat ini, penggunaan ampas tebu sebagai bahan baku selulosa belum banyak dilakukan dibandingkan dari seberapa banyak tebu yang digunakan dalam proses pengolahan gula. Sebanyak 60% dari total limbah ampas tebu digunakan untuk bahan bakar industri, bahan baku untuk kertas, industri jamur dan lain-lain. Sehingga sekitar 40% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan dengan baik (Rahman and Kamiel 2015).

3. Metode Penelitian

Penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Riau. Material yang digunakan terdiri dari agregat yang berasal dari Pangkalan, Sumatera Barat, Aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70 dan ampas tebu yang diperoleh dari pedagang minuman es tebu. Pengujian pendahuluan dilakukan dengan melakukan pengujian properties pada bahan penyusun campuran seperti agregat kasar, halus dan aspal. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu alat uji marshall, alat pengujian draindown berupa keranjang kawat dan wadah penampung draindown, alat pemadat otomatis beserta mould, oven untuk memanaskan sampel dan mengeringkan agregat, berbagai alat ukur seperti jangka sorong, timbangan dengan ketelitian 0,1 g, satu set saringan agregat, food grinder dan alat potong untuk pengolahan tebu.

Ampas tebu yang didapatkan terlebih dahulu dilakukan pengolahan dengan cara pengeringan, dan delignifikasi untuk menghilangkan zat lignin dari dalam tumbuhan agar menghasilkan serat yang lebih murni untuk digunakan. delignifikasi dilakukan dengan melakukan perendaman pada ampas tebu selama 12 jam dengan larutan natrium hidroksida berkonsentrasi 6%, dengan perbandingan ampas tebu terhadap larutan sebesar 1 : 15 (Gunam et al. 2011). Larutan yang telah selesai direndam kemudian dicuci hingga pH nya kembali normal dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Ampas tebu terdelignifikasi yang sudah kering kemudian digiling dalam food grinder hingga halus, setelah itu ampas tebu sudah dapat digunakan dalam campuran Stone Matrix Asphalt dalam jumlah yang sudah ditentukan.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian draindown, yang menggunakan keranjang kawat berukuran 108 mm ± 10,8 mm lebar, 165 mm ± 16,5 mm tinggi, dengan dasar keranjang 25 mm ± 2,5 mm dari lantai. Kawat yang digunakan untuk membuat keranjang adalah kawat saringan berukuran 6,3 mm. Pengujian draindown dilakukan dengan memasukkan campuran yang tidak dipadatkan dalam keranjang diatas wadah, kemudian dipanaskan dalam oven selama 60 menit dan dikeluarkan kemudian diukur berat wadah setelah terjadi draindown (AASHTO-T-305-22 2022). Pengujian Marshall dilakukan dengan membuat sampel marshall dan melakukan pengujian sesuai dengan RSNI M-01-2003.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Draindown

Berdasarkan Hasil Pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai draindown dari campuran yang menggunakan Viatop66 dan Serat tebu seperti pada Gambar 3. Dapat dilihat nilai draindown pada variasi yang tidak menggunakan stabilizer berada pada angka 3,208%, yang melewati batas yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Tahun 2020 yaitu sebesar 0,3%. Pada campuran yang menggunakan stabilizer dengan kadar 0,1%, terjadi penurunan signifikan terhadap nilai draindown yang terjadi pada kedua variasi sampel dengan nilai pada serat tebu 0,177%, dan Viatop66 sebesar 0,118%. Hal ini menunjukkan pengaruh yang

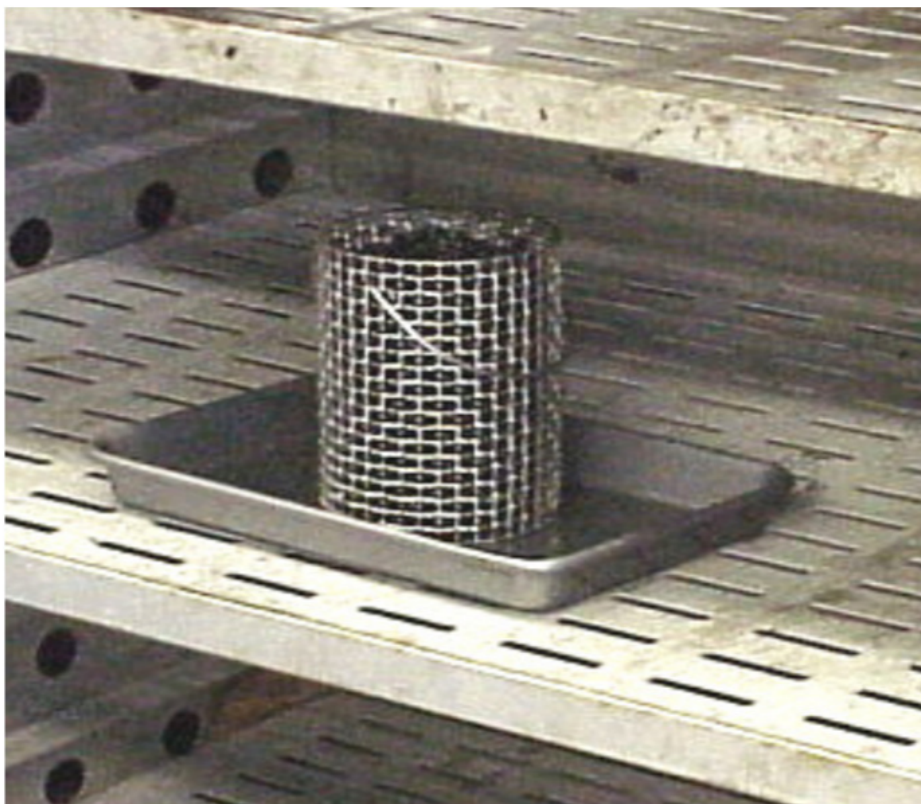


Figure 2. Pengujian Draindown (Blazejowski 2016)

besar dari bahan stabilizer terhadap nilai draindown dari campuran SMA. Untuk variasi sampel yang menggunakan serat tebu dan Viatop66 dengan kadar 0,2%, didapatkan nilai draindown sebesar 0,148% dan 0,134%. Untuk variasi sampel yang menggunakan serat tebu dan Viatop66 dengan kadar 0,3%, didapatkan nilai draindown sebesar 0,135% dan 0,228%. Untuk variasi sampel yang menggunakan serat tebu dan Viatop66 dengan kadar 0,4%, didapatkan nilai draindown sebesar 0,013% dan 0,008%.

4.2 Hasil Pengujian Marshall

Terdapat dua karakteristik dari campuran, yaitu karakteristik mekanik dan karakteristik volumetrik. Karakteristik tersebut digunakan untuk menilai sifat-sifat dan performa dari campuran yang dibuat. Hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada diagram dalam Gambar 4 dan 5.

Hasil karakteristik volumetrik untuk campuran Stone Matrix Asphalt yang menggunakan bahan stabilizer serat tebu dan Viatop66 dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8.

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan karakteristik dari campuran yang dihasilkan menggunakan viatop dan serat tebu. Pada pengujian marshall didapatkan campuran yang memenuhi spesifikasi untuk stabilitas adalah Sampel dengan variasi Viatop66 0,3% dengan kadar aspal 6,5%. Sedangkan untuk campuran yang memenuhi spesifikasi flow yaitu variasi Viatop66 dan serat tebu 0,3% dengan kadar aspal 6% dan 6,5%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan serat tebu 0,3% dengan kadar aspal 6% - 6,5% memenuhi syarat dan berpotensi untuk digunakan pada campuran beraspal Stone Matrix Asphalt.

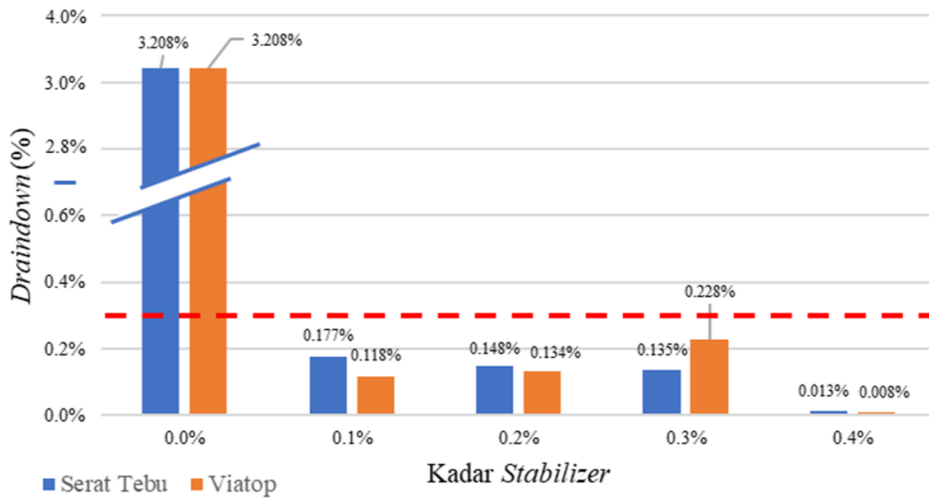


Figure 3. Hasil Pengujian Draindown Sampel Viatop66 dan Serat Tebu

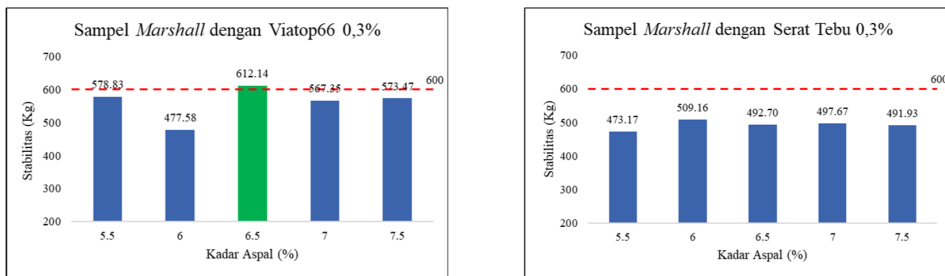


Figure 4. Hasil Perhitungan Stabilitas (a) Sampel Viatop66 (b) Sampel Serat Tebu

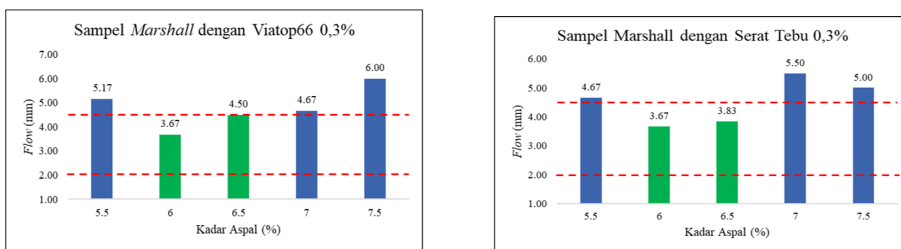


Figure 5. Hasil Perhitungan Flow (a) Sampel Viatop66 (b) Sampel Serat Tebu

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari pengujian draindown, dapat disimpulkan bahwa ampas tebu berpotensi untuk digunakan dalam campuran Stone Matrix Asphalt. Hal ini didasarkan pada nilai draindown yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh dirjen bina marga pada semua variasi sampel yang menggunakan stabilizer serat selulosa dari ampas tebu. Nilai draindown yang diperoleh juga mendekati nilai yang didapatkan pada campuran yang menggunakan Viatop66 sebagai

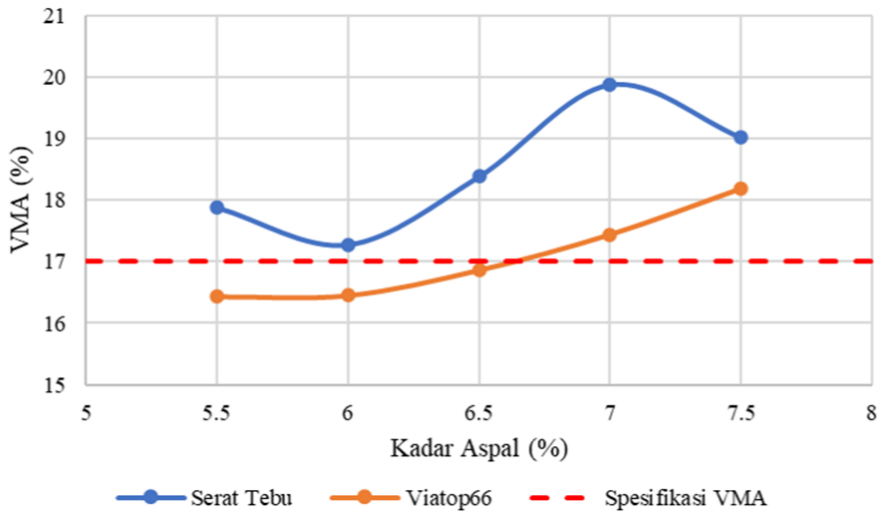


Figure 6. Hasil Perhitungan VMA Pada Setiap Variasi Sampel

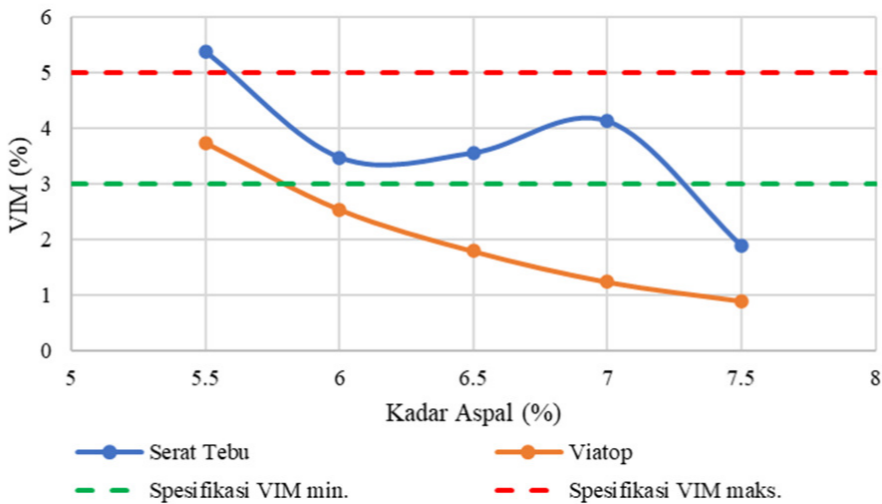


Figure 7. Hasil Perhitungan VIM Pada Setiap Variasi Sampel

sampel kontrol. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa performa serat selulosa ampas tebu dalam menahan terjadinya draindown mendekati performa yang diberikan oleh Viatop66. Sehingga dapat disimpulkan bahwa serat selulosa ampas tebu berpotensi untuk menjadi substitusi dari serat selulosa sintetik Viatop66 sebagai stabilizer dari campuran Stone Matrix Asphalt. Peran stabilizer dalam campuran Stone Matrix Asphalt sangat besar untuk mencegah terjadinya draindown agar campuran dapat lebih stabil dan digunakan dengan baik untuk perkerasan jalan.

Hasil perhitungan karakteristik campuran menunjukkan bahwa campuran dengan serat tebu 0,3% kadar aspal 6% dan 6,5% mendapatkan nilai karakteristik yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 Tahun 2020. Hal ini menunjukkan bahwa sampel yang menggunakan bahan

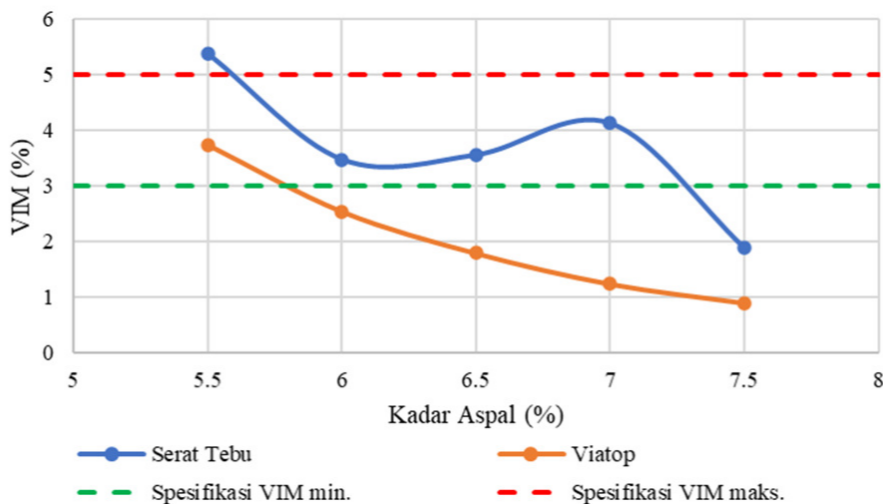


Figure 8. Hasil Perhitungan VFA Pada Setiap Variasi Sampel

stabilizer serat selulosa alami berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti bahan stabilizer serat selulosa sintetik. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa serat tebu layak digunakan dalam campuran beraspal dengan performanya yang mendekati sampel normal. Penggunaan serat selulosa alami dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan stabilizer selulosa sintetik impor dan membuat aplikasi campuran Stone Matrix Asphalt di Indonesia menjadi lebih mudah dan murah. Penggunaan ampas tebu juga dapat meningkatkan daya guna dari limbah tebu yang selama ini belum dimanfaatkan secara masif dan baik.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan stabilizer serat selulosa ampas tebu dalam campuran Stone Matrix Asphalt dengan kadar aspal optimum, untuk menghasilkan sampel dengan karakteristik yang lebih optimal. Alat pengujian yang digunakan harus dipastikan dalam kondisi yang baik dan sudah terkalibrasi untuk menghindari kesalahan data.

Pembuatan sampel harus dilakukan dengan memperhatikan prosedur dengan baik dan menghindari kesalahan, mengontrol suhu agar tidak terjadi kehilangan suhu terlalu cepat yang dapat mempengaruhi kualitas dari sampel yang dihasilkan. Pelaksanaan pencampuran sebaiknya dilakukan dengan cepat untuk menghindari penurunan suhu yang akan mempengaruhi benda uji.

Tanaman yang memiliki kadar serat selulosa tinggi didalamnya berpotensi untuk diuji coba kedalam campuran Stone Matrix Asphalt. Tanaman tersebut dapat diteliti lebih lanjut untuk mengetahui potensi dari masing-masing jenis serat yang digunakan, serta performa sampel yang dihasilkan menggunakan bahan tersebut dibandingkan dengan serat selulosa yang biasa dipakai.

References

- AASHTO-M325-08, M325-08. 2008. *Standard specification for stone matrix asphalt (sma)*. AASHTO M 325-08. AASHTO.
- AASHTO-T-305-22, T305-22. 2022. *Standard method of test for determination of draindown characteristics in uncompacted asphalt mixtures*. AASHTO T 305-22. AASHTO.
- Abdillah, Ahmat Fatha, Novita Pradani, and Joy Fredi Batti. 2018. Pengaruh penggunaan bahan tambah viatop66 pada campuran stone matrix asphalt terhadap titik lembek aspal dan sifat drain down campuran. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)* 4 (1): 49–58. <https://doi.org/10.26593/jh.v4i1.2848.%25p>.

- Aminin, Riza Millatul. 2020. Karakteristik marshall campuran split mastic asphalt (sma) dengan penambahan selulosa serat kapuk. Bachelor's Thesis, Universitas Jember, January.
- Bina Marga, Ditjend. 2020. *Spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (revisi 2)*. 16.1/SE/Db/2020.
- Blazejowski, Krzysztof. 2016. *Stone matrix asphalt: theory and practice*. CRC Press.
- Bramasta, Agusty Maulana. 2020. Kinerja marshall pada campuran split mastic asphalt (sma) menggunakan serat selulosa alami tongkol jagung. Bachelor's Thesis, Universitas Jember, January.
- Fithriatusshalihah, Rizka. 2016. Pengaruh penambahan serat ampas tebu (*saccharum officinarum* L.) terhadap kekuatan tekan resin komposit nanofil. Bachelor's Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gunam, Ida Bagus Wayan, Ni Made Wartini, AAMD Anggreni, and Pande Made Suparyana. 2011. Delignifikasi ampas tebu dengan larutan natrium hidroksida sebelum proses sakaraifikasi secara enzimatis menggunakan enzim selulase kasar dari *aspergillus niger* fnu 6018. *Jurnal teknologi indonesia* 34 (3): 24–32.
- Lubis, M. Iqbal Azhari. 2019. Pengaruh penggunaan serat serabut kelapa sebagai bahan penambah serat selulosa pada campuran split mastic asphalt (sma) (studi penelitian). Bachelor's Thesis, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, September.
- Lynd, Lee R., Paul J. Weimer, Willem H. van Zyl, and Isak S. Pretorius. 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 66 (3): 506–577. <https://doi.org/10.1128/membr.66.3.506-577.2002>.
- Novia, Mella, A Ibrahim Makki, and Naufal Arafah. 2022. Karakterisasi serat ampas tebu (bagasse) sebagai alternatif bahan baku tekstil dan produk tekstil (tpt) terbaru. *Arena Tekstil* 37 (1). <https://doi.org/10.31266/at.v37i1.7308>.
- Rahman, M. Budi Nur, and Berli P. Kamiel. 2015. Pengaruh fraksi volume serat terhadap sifat-sifat tarik komposit diperkuat unidirectional serat tebu dengan matrik poliester. *Semesta Teknika* 14, no. 2 (December). <https://doi.org/10.18196/st.v14i2.542>.
- Suparma, Latif Budi, Tunggul W Panggabean, and Sandra Mude. 2014. Potensi penggunaan limbah kelapa sawit sebagai agregat pengisi pada campuran hot rolled sheet-base. *Jurnal Transportasi* 14 (2).