

Kajian Laboratorium Penggunaan Serat Daun Nanas dan Serat Ijuk Pada Campuran Stone Matrix Asphalt

Indah Handayasari ¹⁾, Irma Sepriyanna ²⁾, Siti HERNI Wulandari ³⁾

^{1, 2, 3)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan,
Institut Teknologi PLN

Email: indah.handayasari@itpln.ac.id ¹⁾, irma.sepriyanna@itpln.ac.id ²⁾,
wulandarisitiherni@gmail.com ³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.877>

(Received: 20 January 2023 / Revised: 04 July 2023 / Accepted: 16 August 2023)

Abstrak

Stone Matrix Asphalt merupakan jenis beton aspal hotmix dengan campuran bahan agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal yang membentuk mortar dengan aspal sebagai bahan pengikat yang dicampur dalam keadaan panas. Campuran beraspal ini didesain menggunakan agregat kasar dan aspal dengan kadar tinggi yang distabilisasi dengan serat selulosa sehingga lebih tahan terhadap deformasi (*rutting*), mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistance*) yang tinggi, keretakan (*cracking*) serta tahan lama dan mampu melayani kendaraan berat dengan lebih baik. Dikarenakan kandungan aspal pada stone matrix asphalt yang sangat tinggi maka cenderung terjadi *bleeding*. Penelitian ini mencoba melakukan kajian laboratorium terhadap pemanfaatan serat alami berupa serat daun nanas dan serat ijuk sebagai bahan tambah serat selulosa pada campuran stone matrix asphalt. Berdasarkan hasil uji laboratorium bahwa variasi penambahan 0.3% serat daun nanas dan 0.3 % serat ijuk memiliki nilai durabilitas tertinggi dibandingkan dengan variasi persentase penambahan yang lainnya yaitu sebesar 95,23%. Penambahan serat daun nanas dan serat ijuk pada campuran stone matrix asphalt dapat mengatasi *bleeding* pada aspal serta menambah daya dukung dan keawetan pada jalan.

Kata kunci: *Durabilitas, serat daun nanas, serat ijuk, stone matrix asphalt.*

Abstract

Stone Matrix Asphalt is a type of hot mix asphalt concrete with a mixture of coarse aggregate, fine aggregate, filler and asphalt which forms a mortar with asphalt as a binder which is mixed in hot conditions. This asphalt mixture is designed to use coarse aggregate and high-grade asphalt stabilized with cellulose fibers so that it is more resistant to deformation (*rutting*), has high skid resistance, cracking (*cracking*) and is durable and able to serve heavy vehicles with better. Because the asphalt content in the stone matrix asphalt is very high, it tends to bleed. This research attempts to conduct a laboratory study of the use of natural fibers in the form of pineapple leaf fiber and palm fiber as an added ingredient for cellulose fiber in a mixture of stone matrix asphalt. Based on the results of laboratory tests, the variations in the addition of 0.3% pineapple leaf fiber and 0.3% palm fiber had the highest durability value compared to the other addition variations, namely 95.23%. The addition of pineapple leaf fibers and palm fiber fibers to the stone matrix asphalt mixture can overcome bleeding on asphalt and increase the carrying capacity and durability of the road.

Keywords: *Durability, Pineapple leaf fiber, Ijuk fiber, Stone Matrix Asphalt.*

1. Latar Belakang

Perkerasan lentur merupakan perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat agregat. Aspal merupakan material campuran lapisan perkerasan lentur yang banyak digunakan dikarenakan bahannya cukup mudah didapatkan. Namun demikian, perkerasan aspal juga perlu didesain agar memiliki ketahanan terhadap cuaca mengingat secara geografis Indonesia terletak di garis khatulistiwa yang memiliki iklim dua musim (Daud, 2021).

Stone Matrix Asphalt (SMA) merupakan lapisan teratas pada jalan yang dibuat untuk mendapatkan stabilitas dan durabilitas yang tinggi (Gusti, 2018). Menurut (A. F. Abdillah et al., n.d.) *Stone Matrix Asphalt* merupakan jenis beton aspal hotmix dengan campuran bahan agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal yang membentuk mortar dengan aspal sebagai bahan pengikat yang dicampur dalam keadaan panas (Anas, 2018). Campuran beraspal ini didesain menggunakan agregat kasar dan aspal dengan kadar tinggi yang distabilisasi dengan serat selulosa sehingga lebih tahan terhadap deformasi (*rutting*) (Putri et al., 2023), mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistance*) yang tinggi (Ramadhan, 2019), keretakan (*cracking*) serta tahan lama dan mampu melayani kendaraan berat dengan lebih baik (Abdillah, 2017). Campuran *Stone Matrix Asphalt* memiliki susunan agregat bergradasi terbuka yang artinya agregat dengan ukuran >2 mm berjumlah lebih dari 75% terhadap jumlah total berat agregat yang dipakai pada campuran (Suaryana, 2012) dikarenakan kandungan aspal pada *stone matrix asphalt* yang sangat tinggi maka cenderung terjadi *bleeding* atau keluarnya aspal ke permukaan (Bramasta, 2020). Selain itu, akibat penggunaan kadar aspal yang tinggi serta ditambah lagi penggunaan zat aditif serat selulosa untuk memberikan kestabilan aspal dan meningkatkan viskositasnya, di mana aditif yang biasanya digunakan yaitu serat selulosa *road cell 50* (Aminin, 2020) dengan harga yang relatif mahal sehingga hal ini mengakibatkan biaya yang dikeluarkan 10-20% lebih mahal dibandingkan campuran beraspal konvensional (Lubis, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (P.Hidayat., 2008) menunjukkan bahwa serat daun nanas memiliki 69,5%-71,5% kandungan serat selulosa. *Stone matrix asphalt* dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa dari serat daun nanas dengan variasi 0,3% didapat kenaikan nilai stabilitas rata-rata sebesar 2,7% dibandingkan campuran tanpa adanya serat daun nanas, di mana campuran *stone matrix asphalt* dengan serat daun nanas didapat nilai stabilitas sebesar 737 kg (Defry ari ramadhan, 2019). Selain itu juga, pada penelitian (Hermawan, 1996) serat ijuk yang digunakan sebagai bahan tambah pengganti serat selulosa pada campuran beton aspal panas dengan kadar berkisar 0.1%-0.5% dan kadar aspal 7.5%, didapatkan bahwa nilai stabilitas maksimum dengan kadar ijuk 0.3% yaitu sebesar 1542.54%. Penggunaan serat ijuk juga dapat meningkatkan stabilitas campuran perkerasan sebesar 27%, sehingga mengurangi keretakan akibat gempa (Fathoni et al., 2013). Dengan demikian, penambahan serat ijuk layak dijadikan sebagai bahan tambah pada aspal (Putri et al., 2023).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut menunjukkan penambahan serat daun nanas maupun serat ijuk mempunyai pengaruh yang baik bagi karakteristik campuran SMA.

Penelitian ini mencoba melakukan kajian laboratorium terhadap pemanfaatan serat alami berupa serat daun nanas dan serat ijuk sebagai bahan tambah serat selulosa pada campuran *stone matrix asphalt* berdasarkan karakteristik *Marshall* dengan variasi persentase penambahan serat daun nanas sebesar 0.3% dan serat ijuk 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, dan 0.5% yang diharapkan dapat mengatasi *bleeding* dan mengurangi penggunaan aspal serta menambah daya dukung dan keawetan pada jalan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu metode yang menggunakan percobaan untuk memperoleh data. Data hasil percobaan ini kemudian dibandingkan dengan persyaratan atau standar spesifikasi yang ada. Standar spesifikasi dan prosedur penelitian yang digunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Tahun 2018.

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik material yaitu: aspal, agregat kasar, agregat halus, filler. Untuk serat daun nanas dan serat ijuk sebagai bahan tambah serat selulosa dalam penelitian ini berbentuk serat panjang menyerupai benang yang kemudian dibersihkan, dikeringkan dan dipotong dengan ukuran 0.1–0.3 mm. Sedangkan pengujian lanjutan dilakukan dengan uji karakteristik *Marshall* dan *Marshall Immersion*. Penelitian dilakukan di Laboratorium AMP PT. Jaya Konstruksi Manggala, Jakarta Timur.



(a) (b)
Gambar 1 (a) Serat Daun Nanas (b) Serat Ijuk

Adapun tahap pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Tahap Awal

Tahap awal dilakukan dengan mencari literatur sebagai tolak ukur dalam mengidentifikasi suatu masalah penelitian dan mempersiapkan alat dan material yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Persiapan Alat yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu :

Peralatan Pengujian Agregat

- Alat uji berat jenis agregat (timbangan, pycnometer dan pemanas)
- Alat uji gradasi (satu set ayakan standar)
- Alat uji abrasi agregat (mesin Los Angeles)
- Alat uji kelekatan agregat terhadap aspal (oven, timbangan dan alat pencampur)

Peralatan untuk Pengujian Aspal

- Alat uji berat jenis aspal (pycnometer dan timbangan)
- Alat uji penetrasi aspal (penetrometer)
- Alat uji viskositas (viscotester)
- Alat uji daktilitas aspal (ductility machine)
- Alat uji titik lembek aspal (ring and ball)
- Alat uji titik nyala dan titik bakar aspal (cleveland open cup)

Persiapan Bahan

- Agregat Kasar
- Agregat Halus
- Filler
- Serat Daun Nanas yang digunakan didapatkan dari produksi CV. Serat Fiber
- Serat Ijuk didapatkan dari salah satu usaha ijuk di Kota Tangerang Selatan. Serat ijuk yang digunakan telah digunting dengan ukuran 1 - 3 mm sebelum digunakan sebagai bahan campuran (Alit et al., 2020)

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksana ini melakukan uji fisik terhadap aspal, agregat, filler. perancangan gradasi agregat dan pembuatan suatu benda uji. Selanjutnya melakukan substitusi bahan serat selulosa yaitu serat daun nanas dan serat ijuk dengan kadar variasi yang telah ditentukan serta melakukan pengujian karakteristik *Marshall* dan *Marshall Immersion* untuk mendapatkan indeks kekuatan sisa. Pemeriksaan sifat-sifat fisik aspal Penetrasi 60/70 dan agregat mengacu pada persyaratan yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Penetrasi 60/70

| No. | Jenis Pengujian | Metode Pengujian | Spesifikasi | Satuan |
|-----|-----------------------------|------------------|-------------|--------|
| 1 | Penetrasi 25 ⁰ C | SNI 2456-2011 | 60 - 70 | 0,1 mm |
| 2 | Titik Lembek | SNI 2434-2011 | ≥ 48 | 0C |
| 3 | Titik Nyala | SNI 2433-2011 | ≥ 232 | 0C |
| 4 | Kehilangan Berat | SNI 2433-2011 | ≤ 0,8 | 0C |
| 5 | Kelarutan pada CCL | AASHTO 44-14 | ≥ 99 | % |
| 6 | Daktilitas | SNI 2432-2011 | ≥ 100 | cm |
| 7 | Berat Jenis | SNI 2441-2011 | ≥ 1,0 | gr/ml |

Tabel 2 Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Kasar

| No | Jenis pemeriksaan | Syarat |
|----|-----------------------------|-----------|
| 1 | Berat Jenis Curah (Bulk) | |
| 2 | Berat Jenis SSD | - |
| 3 | Berat Jenis Semu (Apparent) | |
| 4 | Penyerapan | Maks. 3% |
| 5 | Abrasi 500 Putaran | Maks. 40% |
| 6 | Material Lolos Ayakan No. | Maks. 1% |

Tabel 3 Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Halus

| No. | Jenis pemeriksaan | Syarat |
|-----|-----------------------------|-----------|
| 1 | Berat jenis curah (bulk) | |
| 2 | Berat jenis ssd | - |
| 3 | Berat jenis semu (apparent) | |
| 4 | Penyerapan | Maks. 3% |
| 5 | Abrasi 500 putaran | Maks. 40% |
| 6 | Material lolos ayakan no. | Maks. 1% |

Tabel 4 Pemeriksaan Sifat Fisik Filler

| No. | Jenis Pemeriksaan | Syarat |
|-----|-------------------------------------|-------------|
| 1 | Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>) | |
| 2 | Berat Jenis SSD | |
| 3 | Berat Jenis Semu(<i>Apparent</i>) | $\geq 2,50$ |
| 4 | Penyerapan | Maks. 3% |

Perancangan campuran dilakukan untuk bahan yang diperlukan agar memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, baik pemeriksaan sifat fisik aspal maupun agregat (Harta & Wijaya, 2021). Adapun kebutuhan benda uji untuk setiap variasi campuran diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kebutuhan Benda Uji KAO

| Persentase Aspal Campuran | Benda Uji |
|---------------------------|-----------|
| Pb+1 | 3 |
| Pb-0,5 | 3 |
| Pb | 3 |
| Pb+0,5 | 3 |
| Pb+0,1 | 3 |
| Total Benda Uji | 15 |

Tabel 6 Kebutuhan Benda Uji Perendaman

| Variasi | Waktu Perendaman | | Jumlah |
|---|------------------|--------|--------|
| | 30 Menit | 24 jam | |
| 0,3% Serat Daun Nanas + 0,1% Serat Ijuk | 3 | 3 | 6 |
| 0,3% Serat Daun Nanas + 0,2% Serat Ijuk | 3 | 3 | 6 |
| 0,3% Serat Daun Nanas + 0,3% Serat Ijuk | 3 | 3 | 6 |
| 0,3% Serat Daun Nanas + 0,4% Serat Ijuk | 3 | 3 | 6 |
| 0,3% Serat Daun Nanas + 0,5% Serat Ijuk | 3 | 3 | 6 |
| Total Benda Uji | | | 30 |

3. Tahap Akhir

Tahap Akhir adalah mengolah data hasil pengujian, analisis serta memberikan kesimpulan dan saran. Pembuatan benda uji untuk menentukan kadar aspal rencana agar mendapatkan persentase kadar aspal yang akan digunakan. Kadar aspal ini nantinya untuk menentukan kadar aspal optimum pada pengujian karakteristik *Marshall* dan *Marshall Immersion*. Kebutuhan benda uji kadar aspal optimum sebanyak 15 benda uji dan total 30 benda uji *Marshall* dengan penambahan serat daun nanas 0.3% dan serat ijuk 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, dan 0.5% dengan waktu perendaman 30 menit dan 24 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Fisik

Pemeriksaan uji fisik dilakukan terhadap semua material seperti aspal penetrasi 60/70, agregat dan filler

1. Aspal Pen 60/70

Data aspal Penetrasi 60/70 merupakan hasil pemeriksaan aspal dan telah memenuhi syarat atau sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 seperti diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

| No. | Jenis Pengujian | Hasil Uji | Keterangan |
|-----|-----------------------------|-----------|------------|
| 1 | Penetrasi 25 ⁰ C | 65,1 | Memenuhi |
| 2 | Titik Lembek | 50,2 | Memenuhi |
| 3 | Titik Nyala | 330 | Memenuhi |
| 4 | Kehilangan Berat | 345 | Memenuhi |
| 5 | Kelarutan pada CCL | 99,35 | Memenuhi |
| 6 | Daktilitas | +100 | Memenuhi |
| 7 | Berat Jenis | 1,031 | Memenuhi |

2. Agregat

Material utama pada penelitian ini yaitu agregat, hasil pemeriksaan agregat yang dipakai berdasarkan hasil pengujian sudah memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan untuk bahan campuran perkerasan jalan. Pengujian agregat didapatkan hasil sebagai berikut:

A. Agregat kasar (K4 dan K3)

Hasil dari tes material agregat kasar yang dilakukan seperti diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8 hasil pemeriksaan fisik agregat kasar (K4 dan K3)

| No. | Jenis pemeriksaan | K4 | K3 | Keterangan |
|-----|-----------------------------|--------|--------|------------|
| 1 | Berat jenis curah (bulk) | 2,582 | 2,586 | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis ssd | 2,615 | 2,620 | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu (apparent) | 2,668 | 2,676 | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan | 1,238% | 1,294 | Memenuhi |
| 5 | Abrasi 500 putaran | 22,59% | 22,59% | Memenuhi |
| 6 | Material lolos ayakan no. | 0,28% | 0,28% | Memenuhi |

Dari Tabel 8 menunjukkan bahwa untuk nilai agregat kasar K4 dan K3 didapatkan untuk berat jenis sebesar 2,582 gr/ml dan 2,586 gr/ml, abrasi 22,59% serta penyerapan 1,238% dan 1,294%.

B. Agregat halus (K5)

Hasil dari uji sifat fisis material terhadap agregat halus (K5) seperti diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9 hasil pemeriksaan fisik agregat halus (K5)

| No. | Jenis pemeriksaan | K5 | Keterangan |
|-----|-----------------------------|--------|------------|
| 1 | Berat jenis curah (bulk) | 2,570 | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis ssd | 2,627 | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu (apparent) | 2,725 | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan | 2,208% | Memenuhi |
| 5 | Abrasi 500 putaran | 22,59% | Memenuhi |
| 6 | Material lolos ayakan no. | 0,28% | Memenuhi |

Dari Tabel 9 memberikan hasil bahwa untuk nilai agregat halus K5 didapatkan berat jenis sebesar 2,570 gr/ml, abrasi 22,59% dan penyerapan 2,208%.

C. Filler

Hasil dari tes material terhadap filler abu batu (*dust*) yang dilakukan, didapatkan hasil seperti diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Pemeriksaan Filler (Abu Batu)

| No. | Jenis Pemeriksaan | Hasil | Keterangan |
|-----|--------------------------------------|--------|------------|
| 1 | Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>) | 2,600 | Memenuhi |
| 2 | Berat Jenis SSD | 2,667 | Memenuhi |
| 3 | Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) | 2,799 | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan | 2,564% | Memenuhi |

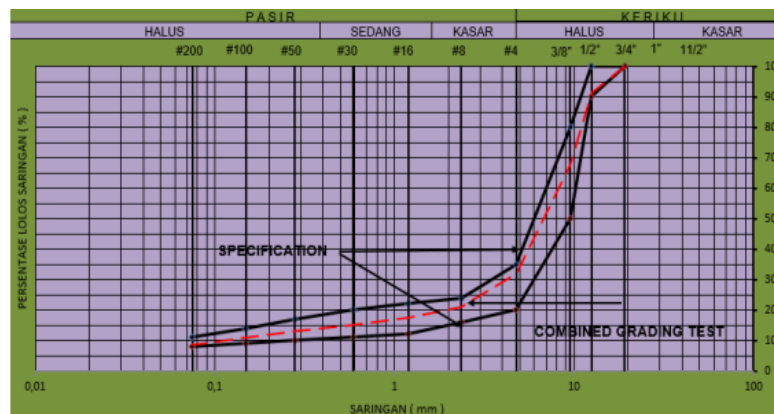
Dari Tabel 10 menunjukkan bahwa didapatkan nilai filler abu batu untuk berat jenisnya sebesar 2,667 gr/ml dan penyerapan 2,564%.

3.2 Perancangan Campuran Stone Matrix Asphalt

Perancangan campuran dilakukan terhadap gradasi agregat campuran dan pada kadar aspal rencana.

a. Gradasi Agregat Campuran

Pada lapisan aspal jenis *Stone Matrix Asphalt*, data yang digunakan untuk agregat campuran mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 di mana hasil penentuannya dilakukan dengan cara *trial and error*.



Gambar 2 Gradasi Agregat Stone Matrix Asphalt

Gradasi agregat campuran terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler disebut juga proporsi agregat gabungan yang menjadikan campuran homogen dengan susunan butiran yang sesuai dengan spesifikasi (Utami, 2018).

b. Kadar Aspal Rencana (Pb)

Berdasarkan rancangan kadar aspal rencana dengan coarsev agregat 79,03%, Fine agregat 12,41% dan filler 8,56% maka diperoleh kadar aspal rencana sebesar 5,87% dibulatkan menjadi 6%.

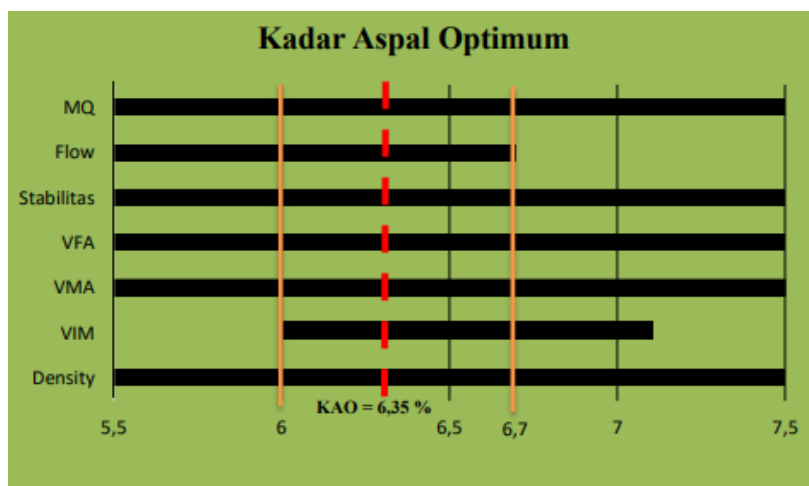
3.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Setelah mendapatkan komposisi campuran aspal, agregat serta filler yang didapat menggunakan desain kadar aspal rencana yang telah ada maka, untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dibuat benda uji dan pengujian *Marshall* untuk menentukan nilainya. Adapun hasil yang ditunjukkan pada Tabel 11. Bahwa nilai Density, VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient telah memenuhi spesifikasi kecuali nilai VIM pada kadar Aspal 5.5%, 6%, dan 7.5% tidak memenuhi spesifikasi dan nilai flow yang tidak memenuhi spesifikasi berada pada kadar aspal 7% dan 7.5%.

Tabel 11 Data Hasil Penentuan KAO

| Kadar Aspal (%) | Density | VIM | VMA | VFA | Stabilitas | Flow | MQ |
|-----------------|---------|-------|--------|--------|------------|------|--------|
| 5,5 | 2,258 | 5,915 | 18,177 | 67,458 | 1105,87 | 3,87 | 285,80 |
| 6 | 2,270 | 5,079 | 18,201 | 72,093 | 1206,40 | 4,12 | 292,58 |
| 6,5 | 2,279 | 4,330 | 18,307 | 76,345 | 1245,07 | 4,38 | 284,43 |
| 7 | 2,272 | 4,078 | 18,992 | 78,530 | 1206,40 | 4,72 | 255,81 |
| 7,5 | 2,260 | 3,940 | 19,843 | 80,145 | 1121,33 | 4,97 | 225,62 |

Keterangan: Memenuhi Spesifikasi
 Tidak Memenuhi Spesifikasi



Gambar 3 Grafik Penentuan KAO

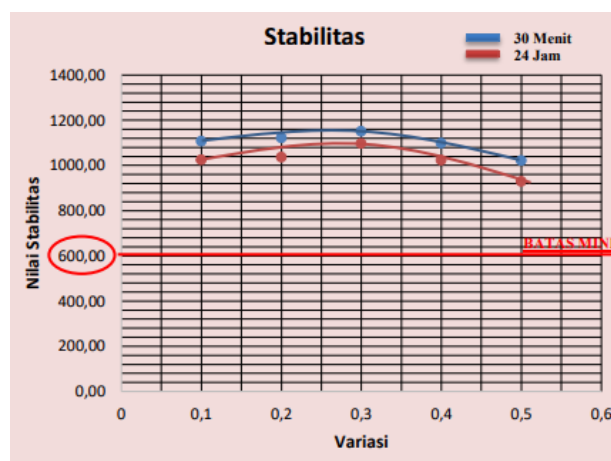
Penentuan kadar aspal optimum dilakukan dengan melihat hasil nilai parameter yang digunakan yaitu nilai Density, VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan *Marshall Quotient*, di mana data hasil pengujian tersebut dibuat diagram batang dan ditentukan nilai kadar aspalnya yang mencakup seluruh spesifikasi dari setiap parameter. Berdasarkan Gambar 5, maka didapatkan bahwa dari ketujuh parameter yang ditentukan, hanya VMA dan Flow yang hasil pengujiannya tidak semua memenuhi spesifikasi. Nilai kadar aspal yang memenuhi seluruh spesifikasi berada pada variasi 6,00% - 6,70% sehingga didapatkan batas atas dan bawah dari variasi. Untuk selanjutnya, maka nilai tengah dari batas tersebut merupakan kadar optimumnya. Kadar aspal optimum diperoleh dari pengujian sebesar 6,35%. Nilai tersebut telah memenuhi syarat kadar aspal dalam campuran SMA sebesar 6-7%.

3.4 Hasil Pengujian Marshall Terhadap Campuran *Stone Matrix Asphalt* Dengan Penambahan Serat Daun Nanas Dan Serat Ijuk

Berdasarkan hasil pengujian terhadap pencampuran bahan tambah penambahan serat daun nanas 0.3% dan serat ijuk 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% dengan waktu perendaman 30 menit dan 24 jam. menunjukkan bahwa nilai stabilitas didapatkan dapat memenuhi syarat batas nilai yang ditentukan seperti diperlihatkan pada Tabel 11

Tabel 12 Hasil pengujian stabilitas

| Variasi Bahan Tambah | Perendaman | | Syarat Keterangan |
|---|------------|---------|-------------------|
| | 30 Menit | 24 Jam | |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.1% | 1106,49 | 1023,58 | Min. 600 |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.2% | 1121,33 | 1036,27 | |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.3% | 1150,72 | 1095,78 | |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.4% | 1098,75 | 1023,03 | |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.5% | 1020,06 | 928,00 | |



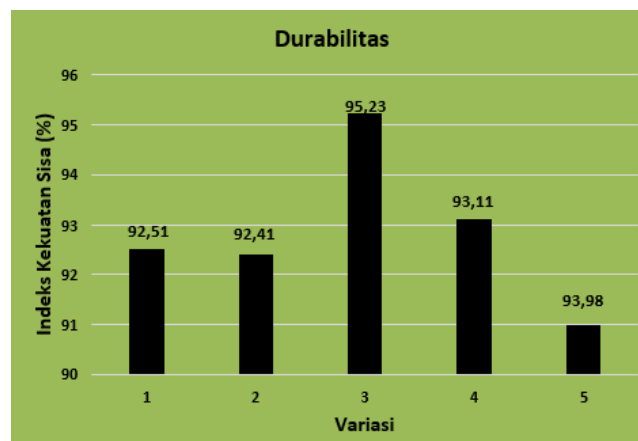
Gambar 4 Nilai Stabilitas

Berdasarkan data yang dihasilkan setelah pengujian, seluruh benda uji yang direndam selama 30 menit dan 24 jam memenuhi spesifikasi, di mana data menunjukkan bahwa penambahan serat dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran stone matrix asphalt.

Marshall Immersion merupakan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai durabilitas (Indeks Kekuatan Sisa) yang berupa persentase hasil perbandingan dari nilai stabilitas perendaman 24 Jam dengan nilai stabilitas perendaman 30 menit. Hasil pengujian *Marshall Immersion* campuran *stone matrix asphalt* dengan penambahan variasi kadar serat daun nanas 0.3% dan serat ijuk 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% dengan waktu perendaman 30 menit dan 24 jam dalam air bertemperatur 60°C, dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Pengujian *Marshall Immersion*

| Jenis Benda Uji | Perendaman | | Durabilitas (%) | Syarat | Keterangan |
|---|------------|---------|-----------------|---------|------------|
| | 30 Menit | 24 Jam | | | |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.1% | 1106,49 | 1023,58 | 92,51 | | Memenuhi |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.2% | 1121,33 | 1036,27 | 92,41 | | Memenuhi |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.3% | 1150,72 | 1095,78 | 95,23 | Min. 90 | Memenuhi |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.4% | 1098,75 | 1023,03 | 93,11 | | Memenuhi |
| Serat Daun Nanas 0.3% + Serat Ijuk 0.5% | 1020,06 | 928,00 | 90,98 | | Memenuhi |



Gambar 5 Nilai Durabilitas

Menurut spesifikasi Bina Marga 2018, syarat untuk nilai durabilitas atau indeks kekuatan sisa untuk melihat ketahanan campuran aspal adalah minimal 90%. Dari Tabel 9 dan Gambar 5 untuk semua variasi penambahan serat daun nanas dan serat ijuk dapat memenuhi syarat spesifikasi yang ditentukan. Untuk nilai durabilitas yang tertinggi didapatkan pada variasi penambahan 0.3% serat daun nanas dan 0.3 % serat ijuk yaitu sebesar 95,23%. Nilai durabilitas terkecil yaitu penambahan 0.3% serat daun nanas dan serat ijuk 0.5% yaitu sebesar 90,98%. Hal ini disebabkan semakin banyak serat daun nanas dan serat ijuk pada campuran *stone matrix asphalt* maka, nilai VIM akan meningkat yang mengakibatkan aspal yang menyelimuti agregat pada campuran menipis sehingga *interlocking* dalam aspal berkurang, sehingga air untuk masuk kedalam lapisan aspal akan semakin mudah.

Berdasarkan analisis dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat daun nanas dan serat ijuk dapat meningkatkan stabilitas campuran *stone matrix asphalt*. Penggunaan serat daun nanas dan serat ijuk pada campuran *stone matrix asphalt* dapat meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan campuran akibat rendaman air secara menerus yaitu mengurangi nilai Index Retained Strength dan meningkatkan nilai indeks kekuatan sisa.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji laboratorium dan analisis teoritis diperoleh kesimpulan bahwa nilai indeks kekuatan sisa yang dihasilkan dapat menjadi gambaran ketahanan campuran *stone matrix asphalt* dengan bahan tambah serat daun nanas dan serat ijuk, di mana variasi penambahan 0.3% serat daun nanas dan 0.3% serat ijuk memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan variasi persentase penambahan yang lainnya yaitu sebesar 95,23%. Penambahan serat daun nanas dan serat ijuk pada campuran *stone matrix asphalt* dapat mengatasi *bleeding* pada aspal serta menambah daya dukung dan keawetan pada jalan.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini yaitu dengan menambah variasi durasi perendaman untuk kondisi 48 jam dan 72 jam. Selain itu perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap serat alami yang lainnya sebagai bahan tambah maupun substitusi untuk mengurangi biaya mengingat saat ini serat selulosa yang biasanya digunakan pada campuran *stone matrix asphalt* harganya relatif mahal.

Daftar Kepustakaan

- Abdillah, A. F., Pradani, N., & Batti, J. F. (2018). *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Viatop66 Pada Campuran Stone Matrix Asphalt Terhadap Titik Lembek Aspal Dan Sifat Drain Down Campuran*. Jurnal HPJI Vol. 4 No. 1 Januari 2018: 49-58, 49-58.
- Ausroad, (2004). *Stone Mastic Asphalt*, Technival note 16. Sydney: Arrb. Transport Research.
- Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan* (General Specifications of Bina Marga 2018 for Road Works and Bridges). September.
- Blazejowski, K., (2011). *Stone Matrix Asphalt Theory and Practice*. CRC Press: Taylor and Francis Group, Boca Raton, London and New York, 2011.
- Defry ari ramadhan. (2019). *Pengaruh Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Penambah Serat Selulosa Pada Campuran Split Mastic Asphalt (SMA)*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Medan Sumatera Utara.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018.
- Hasibuan, F. N. (2019). *Pengaruh Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Penambah Serat Selulosa Pada Campuran Split Mastic Asphalt (SMA)*. UMSU
- Hermawan, F., & Laksana, B. (1996). *Pengaruh Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Split Mastic Asphalt Yang Menggunakan Gradasi Tengah*. Universitas Islam Indonesia. <http://hdl.handle.net/123456789/23131>
- Hidayat, P. (2008). *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil*. *Teknoin*, 13, 31–35.
- Salim, N. (2010). *Pertambahan Umur Perkerasan Jalan Akibat Pengaruh Penambahan Serat Selulosa Pada Lapis Aspal Beton*. *Jurnal Elevasi*, 2(22), 1–8.
- Suaryana, N., (2012). *Kajian Material Stone Matrix Asphalt Asbuton Berdasarkan Kriteria Deformasi Permanen*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Suaryana, N., (2015). *Evaluasi Stabilitas Dinamis dan Flow Number sebagai Parameter Ketahanan Campuran Beraspal Terhadap Deformasi Permanen*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Ramadhan, D. (2019). *Pengaruh Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Penambah Serat Selulosa Pada Campuran Split Mastic Asphalt (SMA)*.
- Rif'an, Ahmad (2016) *Pengembangan Campuran Sma (Split Mastic Asphalt) Menggunakan Bahan Rap (Reclaimed Asphalt Pavement) Dan Ijuk*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.