

## Analisis Campuran Serat Serabut Kelapa Dengan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Penambah Serat Sellulosa Pada *Split Mastic Asphalt* (SMA)

<sup>1</sup>Rizki Efrida\*, <sup>2</sup>Muhammad Husin Gultom, <sup>3</sup>Irma Dewi, <sup>4</sup>Devi Rizki Wulan Oktaviani

<sup>1,2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

<sup>4</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

\*Email : [rizki.efrida@umsu.ac.id](mailto:rizki.efrida@umsu.ac.id)

### ABSTRACT

*Split Mastic Asphalt (SMA) is a thin surface layer, has good resistance to grooves (rutting) and has a high durability so that the SMA is suitable for heavy surface road surfaces. The main constituent material is aggregate and asphalt, this study tried to use coconut fiber fibers with pineapple leaf fiber as added material. This study aims to determine how much the value of Marshall characteristics in asphalt mixes using coconut fiber fibers with pineapple leaf fibers as added ingredients. The results showed that the use of coconut fiber fibers with pineapple leaf fibers will affect the characteristics of the asphalt mixture. The Marshall Test data obtained obtained the highest value of stability of 874 kg, bulk density of 2.231 gr / cc, flow of 2.51 mm, void in mineral aggregate of 45.42%, Air Voids 4.89% So it can be concluded that the content pineapple leaf fiber meets Marshall Test Requirements.*

*Keywords: Coconut fiber fiber with pineapple leaf fiber, Split Mastic Asphalt (SMA), Marshall Characteristics.*

## 1. PENDAHULUAN

*Split Mastic Asphalt* (SMA) adalah salah satu jenis aspal beton campuran panas (*Hotmix*) bergradasi terbuka, yang terdiri dari campuran (*Split*) dengan ukuran > 2 mm dan fraksi yang besar, yaitu sebesar 75%. (*Mastic Asphalt*) merupakan campuran antara agregat halus dengan aspal yang kadarnya relatif tinggi. *Split Mastic Asphalt* (SMA) juga merupakan suatu sistem perkerasan jalan raya yang memaksimalkan intraksi dan kontak antara fraksi kasar dalam campuran perkerasan. *Split Mastic Asphalt* (SMA) yang nantinya ditambahkan *Sellulose* akan menjadikan system perkerasan jalan raya *Heavy Loaded* yaitu konstruksi jalan raya yang selalu menerima beban-beban berat.

Oleh karena itu kehandalan teknologi dan ilmu pengetahuan sangat diharapkan untuk menghadapi tantangan dalam peningkatan kuantitas dan kualitas jalan yang akan dibangun dan dalam masa pemeliharaan. Untuk itu telah lahir suatu teknologi kontraksi lapis perkerasan permukaan jalan raya yang dikembangkan di Jerman pada Tahun 1960-an, yaitu SMA + S (*Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah Selulosa). Teknologi konstruksi ini telah diakui oleh pakar dan praktisi jalan pada negara yang sudah maju. Pemerintah Indonesiapun telah mengembangkan jenis *Split Mastic Asphalt*, yaitu SMA 0.11 diharapkan mampu memberikan umur teknis yang relative lebih panjang dan nilai kekesatan permukaan yang optimal.

Dalam penelitian ini campuran yang digunakan adalah Serat Serabut Kelapa dan Serat Daun Nanas yang berasal dari limbah salah satu usaha kelapa dan usaha kebun nanas. Dan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui analisa karakteristik *hotmix* dengan serat serabut kelapa dan serat daun nanas sebagai bahan penambah serat sellulosa pada campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) untuk memenuhi persyaratan sifat-sifat parameter pada uji *Marshall* yang terdapat pada spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Aspal (*Asphalt*)

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya. Jika aspal dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).

## 2.2. Split Mastic Asphalt ( SMA )

*Split Mastic Asphalt* (SMA) adalah salah satu jenis aspal beton campurancpanas (*Hotmix*) bergradasi terbuka, yang terdiri dari campuran.

Terdapat 3 jenis SMA,yaitu:

1. SMA 0/5 dengan tebal perkerasan (1,5-3)cm; untuk pemeliharaan dan perbaikan setempat,seperti perbaikan deformasi pada jalur roda ban (rutting).
2. SMA 0/8 dengan tebal perkerasan (2-4)cm; untuk pelapisan overlay pada jalan lama.
3. SMA 0/11 dengan tebal perkerasan (3-5)cm; untuk lapis aus (wearing course) pada jalan baru.

Campuran untuk *Split Mastic Asphalt* (SMA) pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal. Masing – masing fraksi agregat terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang menghasilkan agregat campuran yang memenuhi spesifikasi gradasi.

## 2.3. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan dalam campuran aspal yang fungsinya untuk memperbaiki sifat-sifat aspal. Pada dasarnya alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan dan keawetan didalam lapis aus dan bahan ikat kontruksi perkerasan jalan. Modifikasi tersebut dibuat dalam dua kelompok sebagai berikut ini:

1. Modifikasi sifat adhesi aspal dengan tension-active additive (Tegangan aktif bahan tambah).
2. Modifikasi sifat adhesi permukaan agregat dengan cara mekanis menggunakan arutan air semen atau larutan kapur.

Dari kedua modifikasi diatas yang banyak digunakan adalah dengan modifikasi yang pertama yaitu dengan menggunakan bahan tambah SMA adalah serat serabut kelapa dan serat daun nanas dengan kadar berkisar antara 0,1% - 0,5% terhadap total campuran.

## 2.4. Serat Selulosa

Selulosa alami yang biasa dikenal dengan nama *cellulosa rice fiber*, yang saat ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku industri. Untuk meningkatkan kegunaan serat serabut kelapa dengan serat daun nanas, maka dicoba digunakan dalam penelitian ini dengan alasan bahwa serat serabut kelapa dengan serat daun nanas merupakan salah satu serat fiber alami dan mudah ditemukan serta murah. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengganti serat selulosa tersebut. Serat serabut kelapa dengan serat daun nanas tersebut akan digunakan pada campuran SMA. Serat selulosa alami mampu memberikan daya absorsi yang baik, bentuk selulosa yang dipakai antara lain serat yang memanjang dan langsing dimana dengan bentuk seperti ini mempunyai kemampuan untuk mengabsorsi aspal lebih besar, serat selulosa yang di pakai pada penelitian ini 0,2% dan 0,3 % pada total campuran, sehingga dapat mencegah terjadinya *draindown*. Serat selulosa harus mempunyai dimensi serat selulosa yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Serat Selulosa Untuk SMA (Spesifikasi Bina Umum Marga 2018)

Pengujian	Satuan	Persyaratan
Panjang Serat	mm	3,6
Lolos Ayakan No. 20	%	85 ± 10
Lolos Ayakan No. 40	%	40 ± 10
Lolos Ayakan No. 140	%	30 ± 10
pH		75 ± 1,0
Penyerapan Minyak		7,5 ± 1,0 Kali berat selulosa
Kadar Air	%	Maks 5

## 2.5. Prosedur Rancangan Campuran

Campuran beraspal dapat terdiri dari agregat, bahan pengisi, bahan aditif, serat selulosa (untuk SMA) dan aspal. Persentase aspal yang aktual ditambahkan ke dalam campuran ditentukan berdasarkan percobaan laboratorium dan lapangan sebagaimana tertuang dalam Rencana Campuran Kerja (JMF) dengan memperhatikan penyerapan agregat yang digunakan.

Tabel 2. Ketentuan Sifat-sifat Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

Sifat-sifat Campuran		SMA	SMA Mod
		Tipis Halus dan Kasar	Tipis Halus dan Kasar
Jumlah Tumbukan Perbidang		50	
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	4,0	
	Maks.	5,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	17	
Rasio VC Amix/VC Adrc		< 1	
Draindown pada temperatur produksi % berat dalam campuran (waktu 1 jam)	Maks.	0,3	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	600	750
Pelelehan (mm)	Min.	2	
	Maks.	4,5	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah percobaan	Min.	90	
Stabilitas Dinamis (Lintasan/mm)	Maks.	2500	3000

## 2.6. Pengujian *Marshall* Untuk Perencanaan Campuran

Metode *Marshall* standar diperuntukkan untuk perencanaan campuran beton aspal dengan ukuran agregat maksimum 25 mm (1 inchi) dan menggunakan aspal keras. Untuk ukuran butir maksimum lebih besar dari 25 mm (1 inchi) digunakan prosedur *Marshall* modifikasi. Prosedur *Marshall* yang dimodifikasi pada dasarnya sama dengan metode *Marshall* standar, namun karena campuran beraspal menggunakan ukuran butir maksimum yang lebih besar maka digunakan diameter benda uji yang lebih besar pula, yaitu 15,24 cm (6 inchi) dan tinggi 95,2 mm. Berat palu penumbuk 10,2 kg (22 lbs) dengan tinggi jatuh 457 mm (18 inchi). Benda uji secara tipikal mempunyai berat sekitar 4 kg. Jumlah tumbukan untuk *Marshall* modifikasi adalah 112 kali (untuk lalu-lintas berat > 500.000 SST) dan 75 tumbukan (untuk lalu-lintas rendah < 500.000 SST). Kriteria perencanaan harus diubah di mana stabilitas minimum ditingkatkan 2,25 kali sedangkan kelelehan 1,5 kali dari ukuran benda uji normal (diamter 4 inchi).

## 2.7. Berat Isi Benda Uji Padat

Setelah benda uji selesai, kemudian dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder dan didinginkan, Berat isi untuk benda uji porus ditentukan dengan melakukan beberapa kali penimbangan seperti prosedur (ASTM D 1188).

Berat isi untuk benda uji tidak porus atau bergradasi menerus dapat ditentukan menggunakan benda uji kering permukaan jenuh (SSD) seperti prosedur ASTM D 2726.

## 2.8. Pengujian Stabilitas Dan Kelelehan (*Flow*)

Setelah penentuan berat jenis *bulk* benda uji dilaksanakan, pengujian stabilitas dan kelehan dilaksanakan dengan menggunakan alat uji.

Stabilitas adalah nilai besarnya kemampuan perkerasan dalam hal menahan deformasi akibat beban berulang. Semakin banyak kadar serat selulosa yang digunakan mengakibatkan campuran semakin rapat dan sifat saling mengunci antar agregat bertambah.

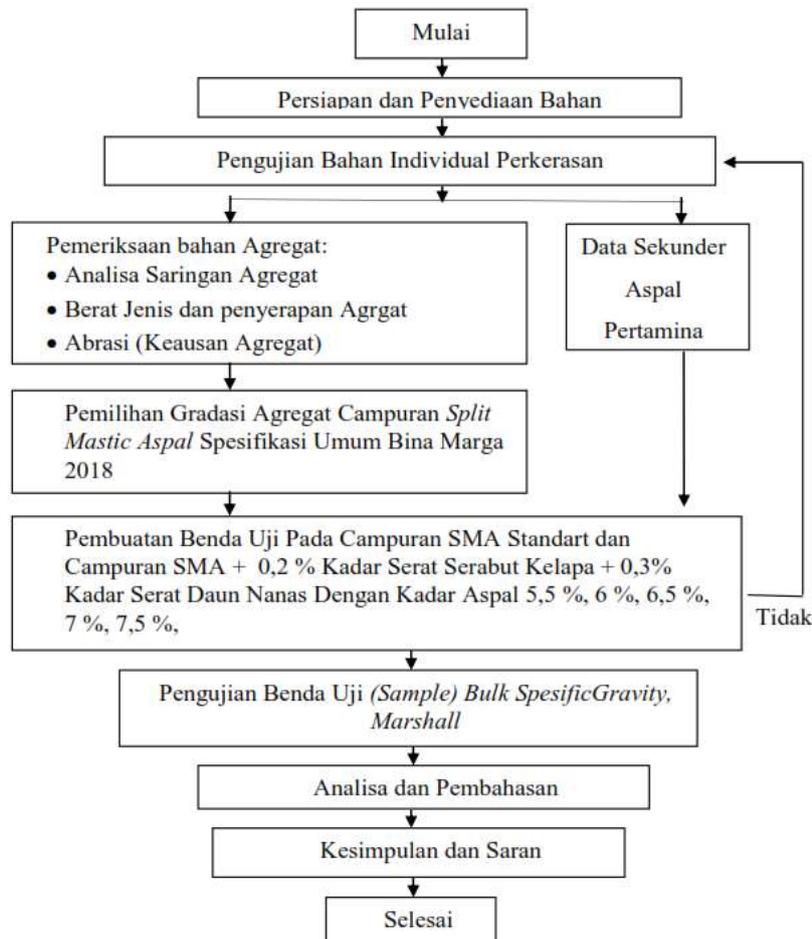
Kelelahan (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat suatu beban yang dinyatakan dalam milimeter. Ketahanan terhadap kelelehan (*flow*) merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi. *Marshall Quotient* (MQ) adalah rasio antara nilai stabilitas dan kelelehan.

Tiga sifat dari benda uji campuran aspal panas ditentukan pada analisa rongga density. Sifat tersebut adalah:

- Berat isi dan atau berat jenis benda uji padat
- Rongga dalam agregat mineral
- Rongga udara dalam campuran padat

## 3. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan penelitian ini di dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 : Bagan Alir Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 3 bulan dan penelitian dilaksanakan di di UPT. Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Bina Marga Dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara, yang berlokasi di jalan Sakti Lubis No.7D, Kp. Baru, Kecamatan Medan Maimun, Kota Medan. Adapun material yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Aspal Keras
2. Agregat Kasar
3. Agregat Halus
4. Serat Serabut Kelapa
5. Serat Daun Nanas

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Saringan
2. Timbangan
3. *Shieve shaker* berfungsi sebagai alat mempermudah pengayakan material
4. *Thermometer* sebagai alat pengukur suhu aspal dan juga material
5. Piknometer dengan kapasitas 500 ml, untuk pemeriksaan berat jenis penyerapan agregat halus
6. Cetakan mold berbentuk silinder yang berdiameter 101,6 mm (4 in) dan tinggi 76, 2 (3 in), beserta *jack hammer Marshall Split Mastic Asphalt*
7. *Extruder* berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan banda uji *Marshall* dari mold
8. *Water bath* dengan kedalaman 152,4 mm (6 in) yang dilengkapi dengan pengatur temperatur air  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
9. Oven pengering material

10. Alat uji *Marshall test* dilengkapi dengan kepala penekan (*breaking head*), cincin pengujian (*proving ring*) dan arloji (*dial*).

Langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Pengadaan alat dan penyediaan bahan
2. Pemeriksaan terhadap bahan material
3. Merencanakan *mix design* campuran serat serabut kelapa dan serat daun nanas pada *Split Mastic Asphalt* (SMA)
4. Pembuatan sampel benda uji
5. Melakukan pengujian dengan alat *Marshall test*
6. Menganalisis hasil dari pengujian

Prosedur Kerja adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan campuran (*Mix Design*)
2. Tahapan pembuatan benda uji
3. Metode pengujian benda uji (*sample*)
4. Penentuan berat jenis (*bulk specific gravity*)
5. Pengujian stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*)



Gambar. 2 Sample Benda Uji

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pemeriksaan Gradasi Agregat

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan khusus untuk campuran SMA harus berada di antara batas atas dan batas bawah yang sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradasi agregat diperoleh seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil kombinasi gradasi agregat standar.

No. Saringan	Batas Spesifikasi		Kombinasi Agregat					AVG
			1	2	3	4	5	
			2%	32%	45%	11%	10%	
3/4"	100	100	2,0	32,0	45,00	11,00	10,00	100,00
1/2"	90	100	2,00	25,28	45,00	11,00	10,00	93,28
3/8"	50	80	2,00	14,84	38,70	11,00	10,00	76,54
No. 4	20	35	2,00	3,83	4,61	11,00	10,00	31,44
No. 8	16	24	2,00	0,16	2,09	2,70	9,11	16,05
No. 200	4	11	2,00	0,00	0,89	0,00	1,61	4,50

Setiap pembuatan benda uji diperlukan agregat dan aspal sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$ . Dari data persen agregat didapatkan hasil proporsi untuk masing-masing benda uji. Untuk analisis perhitungan untuk berat agregat yang diperlukan pada benda uji normal, penggunaan serabut kelapa 0,2% dan serat daun nanas 0,3% tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan berat agregat yang diperlukan untuk benda uji standar, penggunaan serabut kelapa 0,2% dan serat daun nanas 0,3% .

Kadar Aspal (%)	Aspal (gram)	CA ½ inch (gram)	MA ¾ inch (gram)	Abu Batu (gram)	Pasir (gram)	Semen (gram)	Serat Serabut Kelapa	Serat Daun Nanas
5,5	66	362,88	510,30	124,74	113,40	22,68	2,27	3,40
6	72	360,96	507,6	124,08	112,8	22,56	2,26	3,38
6,5	78	359,04	504,9	123,42	112,2	22,44	2,24	3,37
7	84	357,12	502,2	122,76	111,6	22,32	2,23	3,35
7,5	90	355,2	499,5	122,1	111	22,2	2,22	3,33

#### 4.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pemeriksaan agregat ini dilakukan untuk agregat kasar dan agregat halus yang mengacu pada (SNI 1969-2008) dan (SNI 1970-2008). Dari hasil pemeriksaan tersebut didapat data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 – 8.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar CA ½ inch.

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,592	2,566	2,579
Berat jenis kering permukaan jenuh (Ss)	2,633	2,612	2,623
Berat jenis semu (Ss)	2,704	2,690	2,697
Penyerapan (Sw)	1,603	1,798	1,701

Tabel 6. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar MA ½ inch.

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,581	2,670	2,625
Berat jenis kering permukaan jenuh (Ss)	2,622	2,695	2,659
Berat jenis semu (Ss)	2,693	2,740	2,716
Penyerapan (Sw)	1,608	0,965	1,286

Tabel 7. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus pasir (sand).

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,275	2,212	2,244
Berat jenis kering permukaan jenuh (Ss)	2,294	2,232	2,263
Berat jenis semu (Ss)	2,318	2,257	2,288
Penyerapan (Sw)	0,806	0,908	0,857

Tabel 8. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus abu batu (Cr).

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,194	2,228	2,211
Berat jenis kering permukaan jenuh (Ss)	2,232	2,262	2,247
Berat jenis semu (Ss)	2,281	2,307	2,294
Penyerapan (Sw)	1,750	1,543	1,647

#### 4.3. Pemeriksaan Terhadap Parameter Benda Uji

Nilai parameter *Marshall* diperoleh dengan melakukan perhitungan terhadap hasil-hasil percobaan di laboratorium. Dari hasil pemeriksaan uji *Marshall* yang dilakukan di UPT Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Bina Marga Dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara mendapatkan nilai Berat Isi (*Bulk Density*), *stabilitas* (*Stability*), Persentase Rongga Terhadap Campuran (*Air Voids*), Persentase Rongga Terhadap Agregat (*VMA*), Kelelehan (*Flow*) untuk campuran aspal normal serta campuran penambah serat serabut kepala 0,2% + serat daun nanas 0,3% yang tertara pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Hasil uji *Marshall* campuran Normal.

Karakteristik	Kadar Aspal %				
	5,5%	6%	6,5%	7%	7,5%
Bulk Density (gr/cc)	2,256	2,242	2,238	2,194	2,172
Stability (Kg)	622	688	756	721	641
Air Voids (%)	4,927	4,863	4,365	5,623	5,910
VMA (mm)	15,538	16,510	17,093	19,177	20,399
Flow (%)	2,47	2,69	3,01	3,15	4,06

Tabel 10. Hasil uji *Marshall* campuran penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

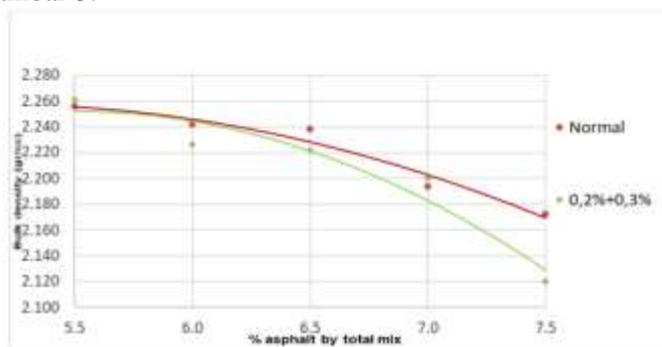
Karakteristik	Kadar Aspal %				
	5,5%	6%	6,5%	7%	7,5%
Bulk Density (gr/cc)	2,261	2,226	2,222	2,200	2,120
Stability (Kg)	789	769	906	848	687
Air Voids (%)	4,707	5,530	5,067	5,331	8,174
VMA (mm)	15,342	17,095	17,702	18,927	22,315
Flow (%)	2,28	2,32	2,65	2,72	2,88

#### 4.4. Perbandingan Sifat *Marshall*

Dari hasil nilai pengujian sifat *Marshall* campuran aspal Pertamina normal serta penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% untuk nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *VMA* dan *Flow* dapat dilihat perbandingan diantara kedua jenis campuran tersebut seperti yang ditunjukkan berikut:

##### a. Bulk Density

Dari hasil percobaan *Bulk Density* menunjukkan perbedaan nilai *Bulk Density* antara campuran aspal normal serta penambah serat serabut kelapa 0,2% serat daun nanas 0,3%. Hasil *Bulk Density normal* lebih rendah pada saat di kadar aspal 5,5 di banding pada penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% yang tinggi, namun terjadi penurunan dan campuran normal naik pada kadar aspal 6% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

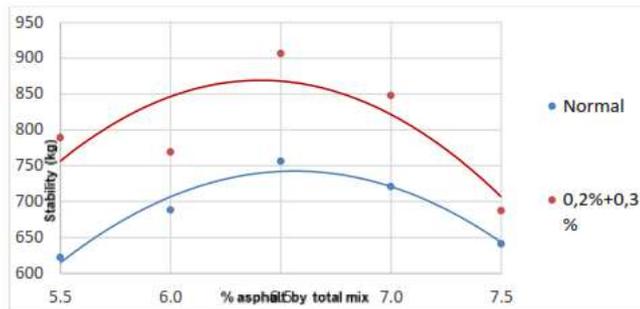


Gambar 3. Perbandingan nilai *Bulk Density* campuran aspal normal serta penggunaan penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

##### b. Stability

Hasil nilai *Stability* pada *Marshall* campuran aspal normal serta penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% menunjukkan perbandingan. Nilai *Stability* untuk campuran aspal normal pada

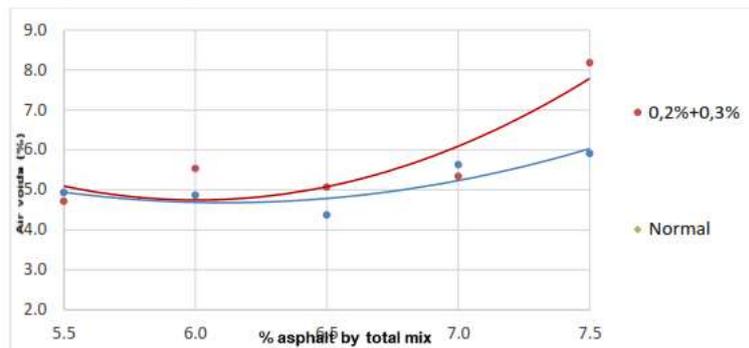
kadar aspal 5,5%-7,5% berada di bawah nilai *Stability* campuran aspal SMA penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%. Serta pada penggunaan filler nilai *Stability* campuran SMA penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% berada di atas. Perbandingan nilai *Stability* di antara kedua campuran aspal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan nilai *Stability* campuran aspal normal serta penggunaan penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

c. *Air Voids/Voids in Mix Marshall (VIM)*

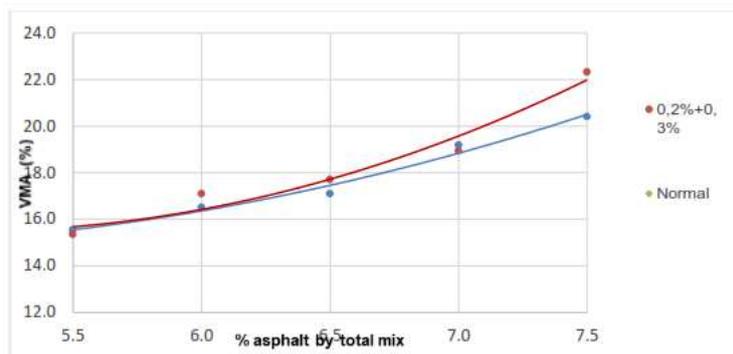
Hasil nilai VIM menunjukkan bahwa nilai VIM campuran SMA penambah seart serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% pada kadar aspal 5% menunjukkan nilai di bawah pada campuran normal, namun pada kadar aspal 6% mengalami kenaikan pada VIM campuran SMA penambah seart serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% dan campuran normal mengalami penurunan. dibandingkan nilai VIM pada campuran Normal dan *Filler* 4%. Sedangkan campuran SMA serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% dan campran normal dan pada kadar aspal 7,5% menunjukkan nilai VIM yang hampir sama. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan nilai VIM campuran aspal normal serta penggunaan penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

d. VMA

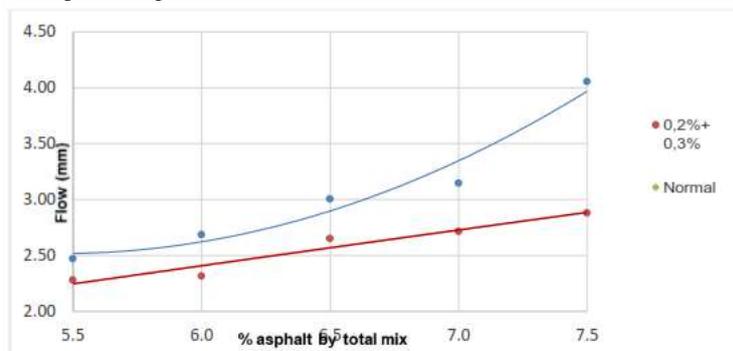
Perbedaan nilai VMA pada campuran Normal kadar aspal 5,5% berada diatas campuran SMA serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%, berbeda pada kadar aspal 6%-6,5% nilai VMA campuran aspal normal berada di bawah campuran SMA serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% menunjukkan perbandingan yang sedikit berbeda. Sedangkan campuran SMA serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% dan campran normal dan pada kadar aspal 7,5% menunjukkan nilai VIM yang hampir sama Perbandingan nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan nilai VMA campuran aspal normal serta penggunaan penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

e. Flow

Hasil uji *Marshall Flow* menunjukkan bahwa nilai *Flow* pada campuran normal serta penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% menunjukkan perbandingan karakteristik *Marshall Flow*. Perbandingan di antara dua jenis campuran tersebut menunjukkan bahwa nilai *Flow* campuran aspal normal 5,5% - 7,5% berada diatas namun, pada campuran penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% pada kadar aspal 5,5%-7,5% menunjukkan nilai yang berbeda berada dibawah campuran normal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

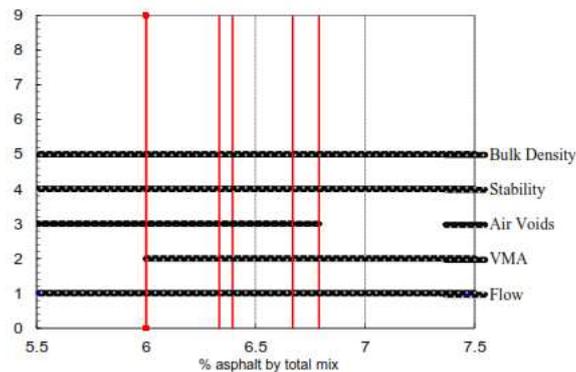


Gambar 7. Perbandingan nilai Flow campuran aspal normal serta penggunaan penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

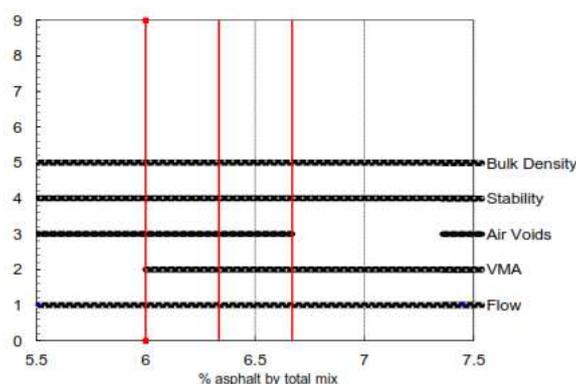
Hasil pemeriksaan karakteristik sifat campuran *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, VMA dan *Flow* pada jenis campuran campuran aspal normal serta penambahan serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%. Menunjukkan bahwa ketiga jenis campuran tersebut memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Dari hasil nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, VMA dan *Flow* dapat dilihat bahwa karakteristik jenis campuran tersebut memiliki perbandingan disetiap karakteristik sifat *Marshall*.

#### 4.5. Pemeriksaan Kadar Aspal Optimum

Setelah selesai melakukan pengujian di Laboratorium dan menghitung nilai-nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, VMA, *Flow* maka secara grafis dapat ditentukan kadar aspal optimum campuran dengan cara membuat grafik hubungan antara nilai-nilai tersebut di atas dengan kadar aspal, yang kemudian memplotkan nilai-nilai yang memenuhi spesifikasi terhadap kadar aspal, sehingga diperoleh rentang (*range*) dan batas koridor kadar aspal yang optimum. Penentuan kadar aspal optimum untuk campuran aspal Pertamina normal serta penambahan serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3% dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Penentuan rentang (*range*) kadar aspal optimum campuran aspal normal.



Gambar 9. Penentuan rentang (*range*) kadar aspal optimum campuran aspal Penambah serat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

Kadar aspal optimum diperoleh dengan cara mengambil nilai tengah dari batas koridor seperti yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Kadar aspal optimum untuk campuran aspal normal serta penambahanserat serabut kelapa 0,2% + serat daun nanas 0,3%.

No	Karakteristik	Jenis Aspal	
		Normal	Serat Serabut Kelapa 0,2% + Serat Daun Nanas 0,3%
1	Bulk Density (gr/cc)	2,231	2,231
2	Stability (Kg)	739	874
3	Air Voids (%)	4,74	4,89
4	VMA (%)	17,20	17,23
5	Flow (mm)	2,83	2,51
6	Asphalt Optimum (%)	6,40	6,34

## 5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Pengujian karakteristik sifat marshall pada campuran *Split Mastic Asphalt (SMA)* yang menggunakan serat serabut kelapa dan serat daun nanas sebagai serat selulosa dengan persen variasi 0,2% dan 0,3% didapat bahwa hasil pengujian tersebut memenuhi standart spesifikasi Bina Marga 2018.
2. Hasil *Marshall Test* yang didapatkan diperoleh nilai tertinggi stabilitasnya sebesar 874 kg, *bulk density* sebesar 2,231 gr/cc, *flow* sebesar 2,51 mm, *void in mineral aggregate* sebesar 17,23%, *Air*

*Voids* 4,89% Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan serat daun nanas memenuhi persyaratan *Marshall Test* Spesifikasi Bina Marga 2018.

3. Dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat bahwa hasil benda uji menggunakan serat serabut kelapa dan serat daun nanas dapat memenuhi persyaratan *Marshall Test* Spesifikasi Bina Marga 2018.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Affandi, Furqon, 1999. *Campuran Split Mastic Asphalt Dan Pengaruh Kandungan Agregat Halusnya*, Bandung, Indonesia.
- Anselme Payen, 1838. Serat Selulosa
- Anonim. 2006. Pemanfaatan Serat Nanas. (<http://www.bbt.depperin.go.id>) 7 Desember 2012
- Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan, Seksi 6.3. Campuran Beraspal Panas*.
- Collins, R. 1996. *Split Mastic Asphalt – The Georgia Experience. Paper at The 1996 AAPA Pavement Industry Conference*. Georgia Department of Transportation, USA, Asphalt Review
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), *Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen*.
- Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi Volume I No. 1, 2011, *Kinerja Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Yang Menggunakan Serat Selulosa Alami Dedak Padi*, Palu, Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako.
- Laboratorium rekayasa jalan. 2001, *Modul Pratikum mix design*.
- Nuridin I. 1992. *Laporan Pengujian Serat Sellulosa Tipe Custom Fibre 31500*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Departemen P.U. Bandung.
- Rachmawati, N. dan Sugondo, J. 2001. *Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Serat Selulosa Pada Campuran SMA (Split Mastic Asphalt) Laporan Tugas Akhir*, Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia.
- RSNI.M-01-2003, *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas Dengan Alat Marshall*.
- RSNI.03-1737-1989, *Spesifikasi Umum 2005 Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum*.
- SNI 1969:2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*
- SNI 1970:2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*
- SNI 2417:2008, *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*
- SNI 03-6757-2002, *Metode pengujian berat jenis nyata campuran beraspal didapatkan menggunakan benda uji kering permukaan jenuh*.
- SNI 8129:2015, *Spesifikasi Stone Matrix Asphalt*.
- Sukirman, S. 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Sukirman, S. 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Politeknik Bandung.
- Sunariyo, 2008. *Karakteristik Komposit Termoplastik Polipropilena dengan Serat Sabut kelapa sebagai Pengganti Bahan Palet Kayu*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 *Tentang Jalan*.