

Pemanfaatan Abu Serbuk Serabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Aspal Beton (AC-BC) Terhadap Nilai Pengujian Marshall

Winardi M. F. Sumardi^{#1}, Lucia G. J. Lalamentik^{#2}, Theo K. Sendow^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹winarmarc24@gmail.com; ²lucia.lalamentik@unsrat.ac.id; ³theosendow@unsrat.ac.id

Abstrak

Meningkatnya volume lalu lintas kendaraan, berakibat pada peningkatan beban kendaraan, hal ini sering menjadi penyebab kondisi jalan mengalami kerusakan, akibat kondisi jalan yang buruk sangat berpengaruh pada perekonomian masyarakat. Selain faktor beban kendaraan yang lebih besar dari kapasitas beban sehingga terjadi kerusakan, faktor iklim dan cuaca juga sangat berpengaruh pada kekuatan, keawetan, maupun ketahanan lapisan perkerasan jalan. Lapisan perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai perkerasan lentur yang umum digunakan dan bersifat structural adalah Lapisan Aspal Beton (Laston) Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk serabut kelapa sebagai substitusi pada agregat halus dalam campuran Laston AC-BC. Pertama dicari terlebih dahulu nilai kadar aspal optimum tanpa penambahan abu serbuk serabut kelapa dan dilanjutkan pembuatan benda uji dengan kadar aspal optimum dengan bahan tambah abu serbuk serabut kelapa untuk mendapatkan variasi kadar abu serbuk serabut kelapa yang optimal dengan melakukan pengujian marshall. Dari Hasil Pengujian yang dilakukan, kadar aspal optimum yang sesuai spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 dengan campuran Laston AC-BC didapat 7 %. Lalu agregat halus disubstitusi dengan bahan tambah abu serbuk serabut kelapa dengan variasi 2 %, 4 %, dan 6 %. Dari hasil penambahan abu serbuk serabut kelapa didapat variasi optimal kadar abu serbuk serabut kelapa sebesar 4,05 %. Maka campuran Laston AC-BC dengan kadar aspal 7 % ditambah kadar abu serbuk serabut kelapa 4,05 % serta menggunakan aspal pertamina 60/70 mendapat hasil pengujian Marshall yang telah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.

Kata kunci – abu serbuk serabut kelapa, Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC), substitusi agregat halus, spesifikasi umum Bina Marga 2018, pengujian Marshall

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sulawesi Utara yang memiliki banyak pepohonan kelapa hingga dijuluki bumi Nyiur Melambai, dengan luas perkebunan kelapa mencapai hingga puluhan bahkan ratusan ribu hektare. Dengan luasnya lahan perkebunan, maka hasil produksi buah kelapa mencapai lebih dari 200.000 ton kelapa pada tahun 2020 (Sumber: BPS Provinsi Sulawesi Utara).

Produksi kelapa yang sangat masif sudah dimanfaatkan dengan baik, mulai dari air kelapa, batok kelapa, kayu kelapa, daun kelapa, bahkan serabut kelapa. Banyak hasil pemanfaatan dari produk kelapa yang digunakan hingga di ekspor ke berbagai negara.

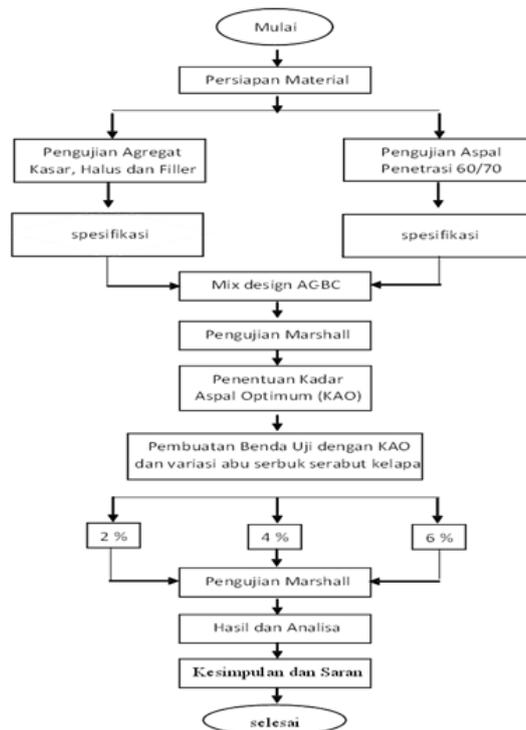
Dari berbagai literatur, abu serbuk serabut kelapa sekarang dapat diaplikasikan sebagai bahan yang ramah lingkungan, seperti untuk mengisi tanah bekas galian tambang sehingga menjadi tanah produktif. Dan sekarang sedang dikembangkan *cocomatras*, yaitu abu serbuk serabut kelapa untuk matras (aplikasi di *springbed*). Ternyata dengan pemanfaatan dan teknologi yang tepat, limbah yang terbuang dapat dijadikan barang dengan nilai ekonomis tinggi dan ramah lingkungan. (Tubas Media, 2013).

Untuk menunjang perkembangan ekonomi dibutuhkan akses jalan yang memadai. Proyeksi jalan di Provinsi Sulawesi Utara masih berupa aspal beton dengan bahan tambah *Portland Cement* sebagai *filler*. Dengan produksi kelapa yang melimpah menghasilkan banyak produksi serabut kelapa. Serabut kelapa dapat diolah kembali menjadi kerajinan tangan berupa sapu, keset dan hiasan interior, namun dalam penelitian ini saya menggunakan serabut kelapa sebagai bahan tambah substitusi *filler*.

Campuran aspal yang digunakan di Indonesia beragam, pada umumnya berupa AC-WC, AC-BC, AC-Base dan lain sebagainya. Lapis aspal beton (Laston) sebagai lapis pengikat, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete – Binder Course*. Lapisan ini merupakan bagian dari lapis permukaan di antara lapis fondasi (AC-Base) dengan lapis aus (AC-WC) yang bergradasi agregat gabungan rapat/menerus, umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat (Sukirman, S., 2008).

Meylis Safrianti & Dian Febrianti (2016), melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Pengaruh Penggunaan Abu Serabut Kelapa Sebagai *filler* Pada Campuran Aspal *Retona Blend 55*”, kadar abu serabut kelapa yang digunakan mendapat hasil terbaik pada nilai 4,5% campuran, hal ini juga yang mendasari penelitian ini untuk menggunakan kadar abu serabut kelapa pada nilai 2%, 4%, dan 6%. Agar tercapainya tujuan yang diharapkan penelitian ini dilaksanakan dalam lingkup laboratorium perkerasan jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

Isi dari penelitian ini mengenai pengaruh penggunaan bahan tambah Abu serbuk serabut kelapa dengan campuran aspal beton (*AC-BC*) menggunakan metode uji stabilitas *Marshall*. Untuk mendapatkan nilai dari tingkat kelayakan penggunaan agregat yang di campurkan dengan bahan tambah pada konstruksi perkerasan jalan, maka dalam penelitian ini dilaksanakan pengujian sifat fisik bahan agregat yang digunakan serta menghubungkannya dalam *Marshall* dari lapis aspal beton *AC-BC*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Perumusan Masalah

Dalam campuran aspal beton AC-BC, kurangnya kemampuan aspal menerima maupun menyerap genangan air membuat aspal sering mengalami kerusakan. Dengan ditambahkan abu serbuk serabut kelapa dalam campuran aspal, diharapkan mampu menjawab pertanyaan bagaimana pengaruh campuran bahan tambah abu serbuk serabut kelapa sebagai substitusi *filler* terhadap Kadar Aspal Optimum dalam pengujian *Marshall*.

C. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi cakupan/ ruang lingkungannya agar tidak terlalu luas. Adapun lingkup pembahasan dan batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Campuran aspal yang digunakan dalam penelitian terdiri atas:
 - a. Aspal pertama penetrasi 60/70

- b. Agregat kasar, agregat halus, dan abu batu
- c. Bahan tambah, dalam penelitian ini Abu serbuk serabut kelapa.

2. Metode pengujian stabilitas menggunakan metode Marshall;
3. Penelitian terbatas, dilaksanakan dalam lingkup laboratorium;
4. Persentase kadar bahan tambah Abu serbuk serabut kelapa yang digunakan adalah 2%, 4%, dan 6%. (berdasarkan penelitian yang pernah dilaksanakan dan kadar filler pada umumnya);

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan secara khusus adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah Abu serbuk serabut kelapa sebagai substitusi *filler* terhadap agregat halus pada campuran aspal beton AC-BC

E. Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini, manfaat yang akan diperoleh, yaitu :

1. Aspek Teoritis
Penggunaan abu serbuk serabut kelapa sebagai bahan tambah substitusi pada campuran aspal beton, dengan mempertimbangkan produksi kelapa yang produksinya cukup besar terutama di daerah Sulawesi Utara.
2. Aspek Aplikatif
 - a. Dengan dimanfaatkan limbah Abu serbuk serabut kelapa, diharapkan masyarakat memiliki sumber pendapatan yang baru.
 - b. Dapat menjadi bahan pertimbangan dalam dunia keteknikan dalam konsentrasi perkerasan jalan mengenai pemanfaatan limbah serabut kelapa sebagai bahan tambah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan dengan alur seperti pada Gambar 1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perkerasan Jalan Universitas Sam Ratulangi, menggunakan material yang di ambil dari Tateli.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Agregat

Pengujian material dilaksanakan berdasarkan American Association of State Highway and Transport Officials (AASHTO), British Standard, dan Standar Umum Direktorat Jendral Bina Marga sesuai Standar

Nasional Indonesia (SNI). Berikut hasil pemeriksaan agregat (Tabel 1). Setelah dilakukan analisis pada kondisi eksisting, hasil yang didapat tidak sesuai dengan Standar Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021.

B. Pemeriksaan Aspal

Pemeriksaan aspal pertama dengan penetrasi 60/70 sesuai American Association of State Highway and Transport Officials (AASHTO) dan Standar Umum Direktorat Jendral Bina Marga sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut hasil pemeriksaan aspal (Tabel 2).

C. Kombinasi Agregat

Berdasarkan data hasil pemeriksaan material dan aspal, didapat kombinasi agregat yang ditunjukkan pada Tabel 3.

D. Presentase Agregat

Pada hasil kombinasi agregat didapat presentase agregat yang ditampilkan pada Tabel 4.

E. Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal rencana ditunjukkan pada Tabel 5. Dari tabel hasil penentuan kadar aspal rencana, didapat kadar aspal (Pb) rencana sebesar 5,444102 % dibulatkan menjadi 5,5 %, dan dalam penelitian digunakan aspal pen 60/70.

F. Berat Jenis Filler

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di dapat nilai berat jenis abu serbuk serabut kelapa yaitu sebesar 0,917.

TABEL 1
Standar Kriteria Perencanaan Jalan

No.	Sifat-sifat Fisis Agregat		Satuan	Hasil	Spesifikasi Dept. PU
1	Berat Jenis	Kasar	-	2.44	AASHTO T 85-88; SNI 1969:2016
		Sedang	-	2.44	
		Halus	-	2.48	
2	Keausan	100 putaran	%	7.57%	AASHTO T 96-87; SNI 2417:2008
		400 putaran	%	30.40%	
3	Impact	-	%	11.64784	British Standard 812-112

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 2
Hasil Pemeriksaan Aspal

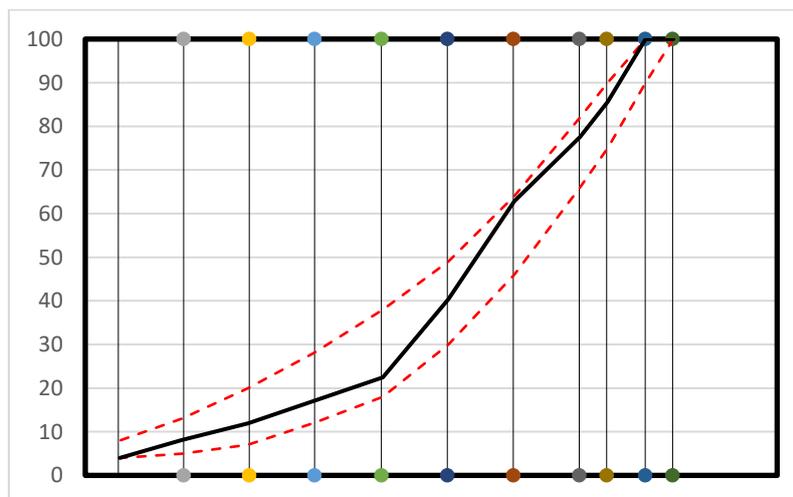
No.	Sifat-sifat Fisis Aspal	Satuan	Hasil	Spesifikasi Dept. PU
1	Berat Jenis	-	1.04530792	AASHTO T 49-80; SNI 2456:2011
2	Penetrasi	mm	67.28	AASHTO T 49-80; SNI 2456:2011
3	Titik Lembek	°C	48.5	AASHTO T 53-81; SNI 2434:2011

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 3
Kombinasi Agregat

SARINGAN		HASIL KOMBINASI	SPESIFIKASI
No	mm		
1"	24.4	100.00	100
3/4"	19.1	100.00	90-100
1/2"	12.7	85.60	75-90
3/8"	9.5	77.56	66-82
#4	4.75	62.85	46-64
#8	2.36	40.37	30-49
#16	1.18	22.48	18-38
#30	0.60	17.05	12-28
#50	0.30	11.94	7-20
#100	0.15	8.14	5-13
#200	0.075	4.00	4-8

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 3. Grafik Kombinasi Agregat

TABEL 4
Presentase Agregat

PERSENTASE YANG DIDAPAT DARI HASIL KOMBINASI AGREGAT						
NO	JENIS AGREGAT				PERSENTASE RANCANGAN (%)	
1	Batu Pecah 10-20 mm	:	19.10	0.075	mm	25 %
2	Medium 5-10 mm	:	12.70	0.075	mm	15 %
3	Abu Batu 0-5 mm	:	4.75	0.075	mm	60 %

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 5
Kadar Aspal Rencana

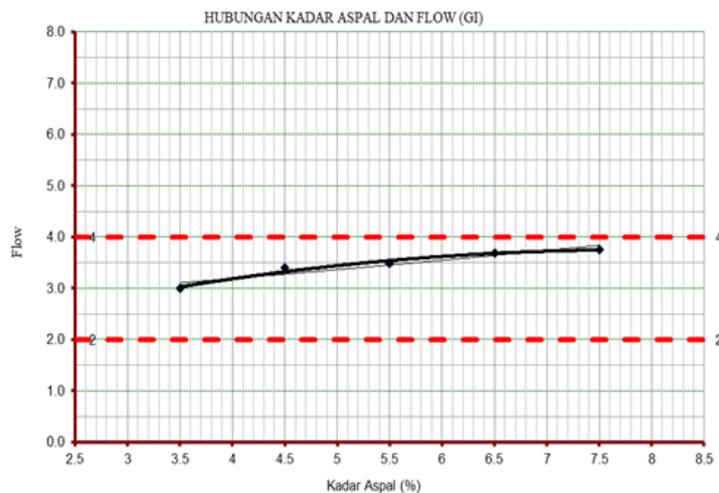
NO	PERHITUNGAN				HASIL	DIBULATKAN
1	CA	1"	#8	%	59.63	
2	FA	#8	#200	%	36.37	
3	FF			%	4.00	
4	Konstanta				1	
	$P_b = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18(\%FF) + \text{Konstanta}$					
5	Pb (Kadar Aspal) Rencana				5.444102	5,5 %

Sumber: Hasil Analisis

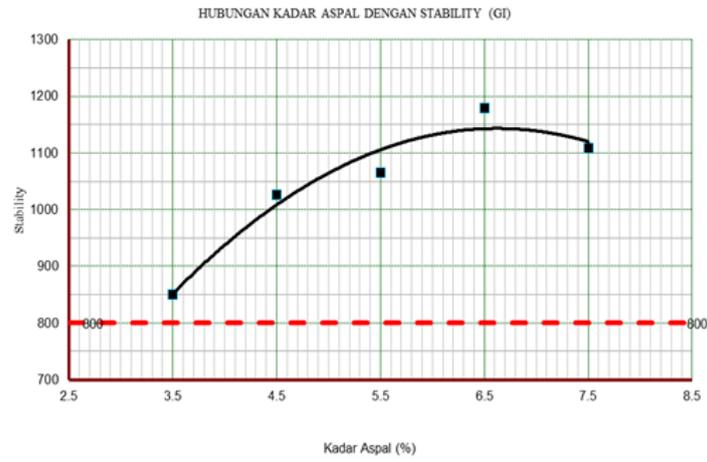
TABEL 6
Marshall tanpa Abu Serbuk Kelapa

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal					Spesifikasi Bina Marga
		3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	
1	Stabilitas	849.61	1026.16	1064.78	1179.61	1108.30	Min. 800
2	Flow	3.00	3.40	3.48	3.69	3.75	Min. 2: Max. 4
3	VIM	11.44	9.09	6.99	4.39	3.47	Min. 3: Max. 5
4	VMA	17.22	17.01	17.08	16.74	17.88	Min. 14
5	VFB	33.71	46.59	59.10	73.78	80.61	Min. 65

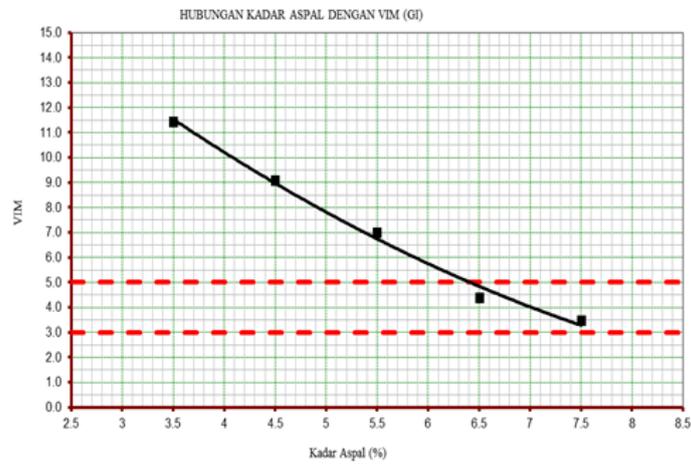
Sumber: Hasil Analisis



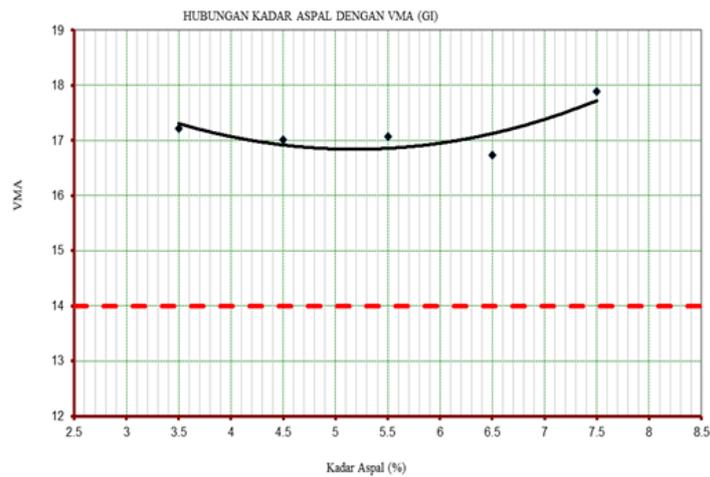
Gambar 4. Nilai Flow Tanpa Bahan Tambah



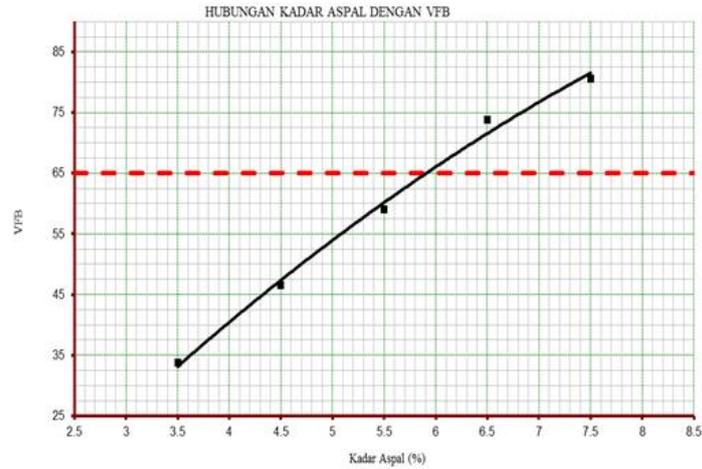
Gambar 5. Stabilitas Tanpa Bahan Bakar



Gambar 6. Nilai VIM Tanpa Bahan Tambah



Gambar 7. Nilai VMA Tanpa Bahan Tambah



Gambar 8. Nilai VFB Tanpa Bahan Tambah

TABEL 7
Berat Jenis Abu Serbuk Serabut Kelapa

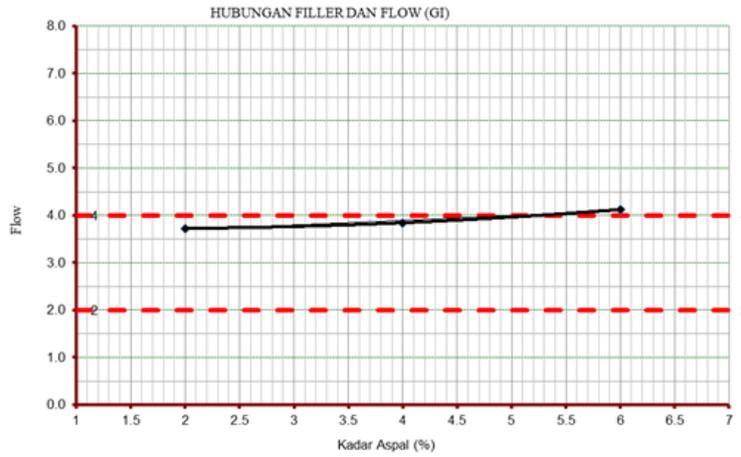
No	Nomor sampel/Kedalaman			
1	Nomor Piknometer	A	B	C
2	Berat Piknometer + sampel (W1)	50.2	51.8	50.5
3	Berat Piknometer (W2)	34.1	34.1	34.1
4	Berat Sampel (Wt) = W1 - W2	16.1	17.7	16.4
5	Suhu	28°C	28°C	28°C
6	Berat Piknometer + Minyak + sampel (W3)	112.3	112.9	114.3
7	Berat Piknometer + Minyak pada 28°C (W4)	116.8	113.7	114.1
8	Isi Sampel (W5) = W1 - W2 + W4 - W3	20.6	18.5	16.2
9	Berat Jenis = Wt/W5	0.782	0.957	1.012
	Berat Jenis Rata-rata	0.917		

Sumber: Hasil Analisis

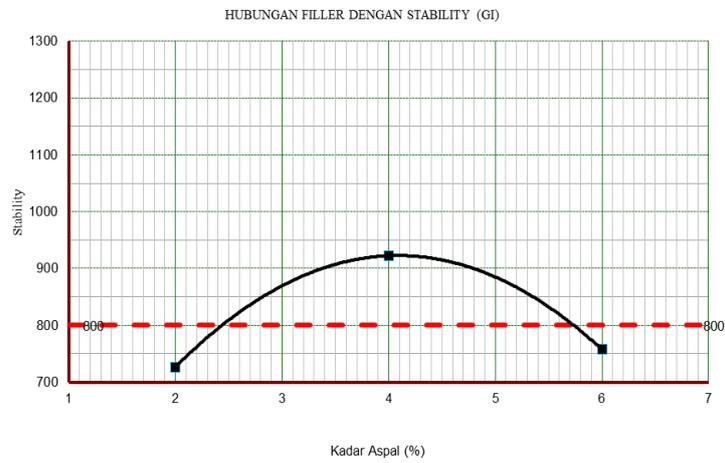
TABEL 8
Marshall Dengan Abu Serbuk Serabut Kelapa

No	Karakteristik Campuran	Kadar Abu Serbuk Serabut Kelapa			Spesifikasi Bina Marga
		2	4	6	
1	Stabilitas	726.61	922.35	757.36	Min. 800
2	Flow	3.73	3.85	4.13	Min. 2; Max. 4
3	VIM	6.22	4.61	5.65	Min. 3; Max. 5
4	VMA	19.07	17.47	18.17	Min. 14
5	VFB	67.45	73.97	68.93	Min. 65

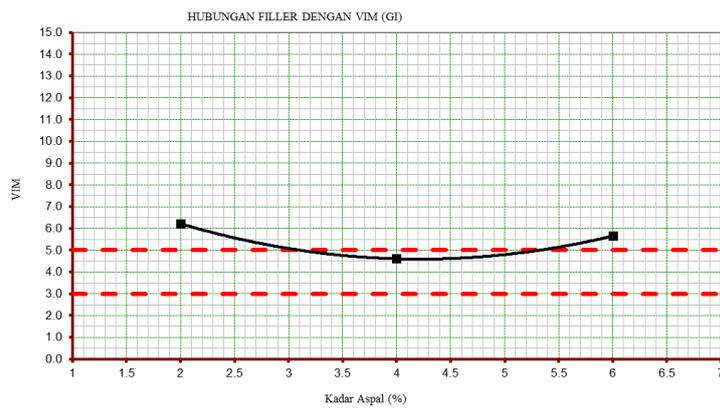
Sumber: Hasil Analisis



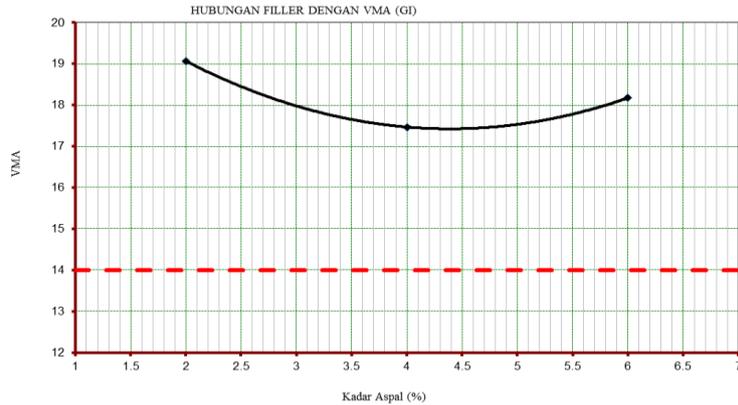
Gambar 9. Nilai Flow Dengan Bahan Tambah



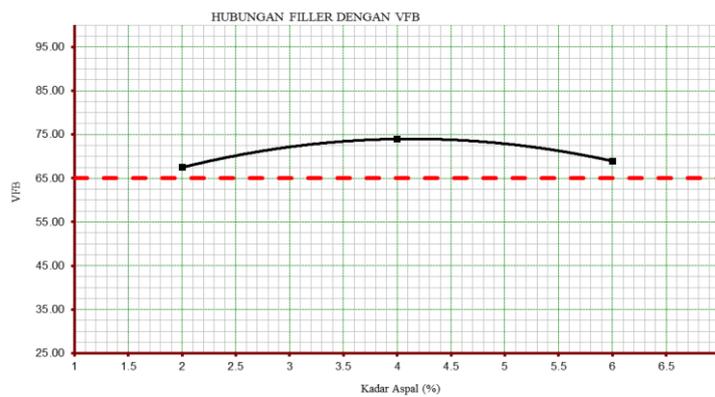
Gambar 10. Stabilitas dengan Bahan Tambah



Gambar 11. Nilai VIM Dengan Bahan Tambah



Gambar 12. Nilai VMA Dengan Bahan Tambah



Gambar 13. Nilai VFB Dengan Bahan Tambah

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dari hasil pemeriksaan material dan pengujian aspal, sifat fisis agregat dari material yang di ambil dari Tateli dan aspal Pertamina Pen 60/70 sudah memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan.
2. Dari hasil pengujian Marshall campuran tanpa penambahan abu serbuk serabut kelapa, nilai kadar aspal optimum adalah 6,9 %, dibulatkan 7 %.
3. Dilakukan pengujian berat jenis abu serbuk serabut kelapa hingga tiga kali pengulangan dan mendapatkan hasil berat jenis sebesar 0,917.
4. Dari hasil data sekunder, berat jenis serbuk serabut kelapa adalah sebesar 0,75.
5. Hasil pengujian Marshall terhadap campuran yang telah ditambahkan abu serbuk serabut kelapa sebagai substitusi agregat halus, mendapatkan variasi kadar abu serbuk serabut kelapa paling optimum sebesar 4,05 %.
6. Nilai stabilitas pada campuran yang telah ditambahkan abu serbuk serabut kelapa cenderung lebih rendah namun tetap memenuhi spesifikasi yang digunakan.

B. Saran

Dalam penelitian yang telah dilakukan dengan campuran AC-BC menggunakan material Tateli dan

aspal pertamina pen 60/70, dengan variasi abu serbuk serabut kelapa sebagai bahan tambah sebstitusi agregat halus, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan dengan menggunakan material dari tempat yang berbeda sehingga dapat terlihat perbandingan antara campuran tersebut, selain menggunakan campuran berbeda disarankan juga agar bahan tambah abu serbuk serabut kelapa disubstitusikan pada agregat yang lain maupun substitusi aspal dan filler pada campuran dengan mencari nilai KAO pada tiap variasi abu serbuk serabut kelapa.

KUTIPAN

- [1] Safriani, M., & Febrianti, D. 2018. Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Serabut Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Retona Blend. *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 2(2).
- [2] Veranita, V., Tripoli, B., & Kesuma, H. 2020. Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Menggunakan Cangkang Lokan dan Abu Serabut Kelapa sebagai Pengganti Filler. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1-9.
- [3] Triyatno, D., Cahyo, Y., & Ridwan, A. 2020. Penelitian Campuran Aspal Beton dengan Menggunakan Filler Ampas Tahu. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(1), 130-140.

- [4] Linggo, J. S., & Purnamasari, P. E. 2009. Pengaruh Serat Serabut Kelapa sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Serbuk Bentonit Pada HRS-Base dan HRC-WC. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 7(3), pp-236
- [5] Ator, P. C., Waani, J. E., & Kaseke, O. H. 2015. Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Lapis Aspal Beton-Lapis Antara Bergradasi Halus. *Jurnal Sipil Statik*, 3(12).
- [6] Syaviq, M. F., Arifin, M. Z., Bowoputro, H., Djakfar, L., & Ambarwati, L. 2019. Studi Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Porus. *Rekayasa Sipil*, 12(2), 92-98.
- [7] Ondriani, O., Saleh, S. M., & Isya, M. 2018. Uji Durabilitas Campuran Ac-Wc Menggunakan Kombinasi Limbah Plastik Dan Abu Serabut Kelapa Sebagai Filler. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 679-688.
- [8] Sukirman, S. 1999. Perkerasan lentur jalan raya.
- [9] Sukarman, S. 2003. Beton aspal campuran panas. Yayasan Obor Indonesia.
- [10] Badan Pusat Statistik. 2016. Luas Tanaman Kelapa Perkebunan Rakyat (Hektar), 2015-2016. Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara: <https://sulut.bps.go.id/indicator/54/208/1/luas-tanaman-kelapa-perkebunan-rakyat-.html>
- [11] Tubas Media. 2013, April 15. Limbah Serabut Kelapa Jadi Sapu dan Keset. Retrieved from https://www.tubasmedia.com/limbah-serabut-kelapa-jadi-sapu-dan-keset/#.YeVa5_5By3A