

PENGUNAAN FILLER ABU SERBUK KAYU KELAPA PADA ASPAL BETON AC-WC

(The Use of Coconut Wood Powder Ash Filler on Asphalt Concrete-Wearing Course)

Laurensius M. Da Gomez¹, Wita Meutia¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail: laurensiusdagomez@gmail.com

Diterima 20 September 2021, Disetujui 25 November 2021

ABSTRAK

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi yang sangat penting pada kemajuan dan pembangunan untuk kehidupan masyarakat. Struktur perkerasan jalan mempunyai peran penting dalam memberi pelayanan yang optimal agar masyarakat dapat menikmati jalan dengan nyaman dan cepat agar sampai dengan tempat tujuan agar dapat tercipta pemerataan pembangunan. Pada spesifikasi ini adalah lapisan aspal beton (laston) atau *asphalt concrete* (AC). Lapisan *Asphalt Concrete -Wearing Course* (AC-WC) adalah lapisan paling atas yang terdiri dari struktur perkerasan jalan raya yang berhubungan langsung dengan kendaraan dan mempunyai struktur paling halus. Bahan utama penyusun perkerasan jalan adalah agregat kasar, agregat halus, aspal dan bahan pengisi atau filler. Pemakaian bahan filler dengan berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis agregat kasar dan agregat halus dapat menyebabkan campuran menjadi kurang aspal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Kadar Aspal Optimal penggunaan abu serbuk kayu sebagai bahan pengganti filler di dalam campuran aspal AC-WC. Dalam penelitian ini direncanakan campuran serbuk abu kelapa sebagai penambah bahan filler dengan masing masing campuran sebesar 50% dan 80% abu serbuk kelapa. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kinerja campuran aspal pada kadar aspal optimum (KAO) ditinjau dari keenam nilai karakteristik marshall, yaitu nilai VIM, VMA, VFB, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient*, Filler 50% abu serbuk kayu kelapa memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan campuran filler 80% abu serbuk kayu kelapa.

Kata Kunci: Jalan, *Asphalt concrete*, Filler, Serbuk kayu Kelapa

ABSTRACT

Roads are as one of the most important transportation infrastructure for progress and development for people's lives. The structure of the road pavement has an important role in providing optimal services so that the community can enjoy the road comfortably and quickly so that they arrive at their destination in order to create equitable development. In this specification is a layer of asphalt concrete (laston) or asphalt concrete (AC). Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) layer is the topmost layer which consists of road pavement structures that are in direct contact with vehicles and have the smoothest structure. The main ingredients of road pavement are coarse aggregate, fine aggregate, asphalt and filler. The use of filler material with a specific gravity that is smaller than the specific gravity of coarse aggregate and fine aggregate can cause the mixture to become less asphalt. In this study, the steps for the research method were carried out so that it could be used as a work reference. In this study, it is planned to mix coconut ash powder as an addition to the filler material with each mixture of 50% and 80% coconut powder ash. From the results of the study, it was found that the performance value of the asphalt mixture at the optimum asphalt content (KAO) in terms of the six marshall characteristic values, namely the value of VIM, VMA, VFB, Stability, Flow and Marshall Quotient, filler 50% coconut wood powder has good performance compared to the filler mixture 80% coconut wood dust.

Keywords: Road, *Asphalt concrete*, Filler, Coconut wood powder

PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi yang sangat penting pada kemajuan dan pembangunan untuk kehidupan masyarakat. Struktur perkerasan jalan mempunyai peran penting dalam memberi pelayanan yang optimal agar masyarakat dapat menikmati jalan dengan nyaman dan cepat agar sampai dengan tempat tujuan agar dapat tercipta pemerataan pembangunan.

Lapisan Asphalt Concrete –Wearing Course (AC-WC) adalah lapisan paling atas yang terdiri dari struktur perkerasan jalan raya yang berhubungan langsung dengan kendaraan dan mempunyai struktur paling halus. Bahan utama penyusun perkerasan jalan adalah agregat kasar, agregat halus, aspal dan bahan pengisi atau filler. Pemakaian bahan filler dengan berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis agregat kasar dan agregat halus dapat menyebabkan campuran menjadi kurang aspal [1].

Dalam waktu 30 tahun terakhir ini Indonesia mengalami peningkatan jumlah kelapa. Pada tahun 2004 tercatat bahwa areal perkebunan kelapa Indonesia seluas 3,7 juta dengan produktivitas 1,1 ton/ha/tahun. Salah satu faktor penyebabnya produktivitas kelapa selama ini adalah komposisi tanaman tua yang makin meningkat. Pengembangan tanaman berkebuduhan terutama tanaman kelapa di daerah pedesaan telah menjadi bagian integral dari kehidupan masyarakat di Nusa Tenggara Timur (NTT) [2]. Komoditas ini telah dikembangkan sejak ratusan tahun silam dan mampu beradaptasi terhadap lingkungan. Luas areal pertanaman kelapa di NTT 163.727 ha dengan produksi 54.075 ton (BPS Provinsi NTT, 2005). Khusus bagi masyarakat di daratan pesisir pantai Pulau Flores dominan mengembangkan komoditas kelapa. Oleh karenanya luas lahan yang ditanami dengan kelapa pada 2004 mencapai 3.555 ha dengan produksi 1.973 ton yang memiliki areal terluas dan produksi kelapa terbesar. Dengan areal seluas 594 ha mampu memproduksi sebesar 497 ton kelapa pada tahun 2004 [3]. Penelitian serupa pernah dilakukan dengan menggunakan abu serbuk kayu dari limbah pengolahan kayu. Abu serbuk kayu ini dijadikan bahan pengganti filler dan memperoleh hasil karakteristik Marshall dengan spesifikasi yang dipersyaratkan. Nilai durabilitas semua variasi filler abu serbuk kayu dan Semen Portland telah memenuhi persyaratan yaitu lebih besar dari 90% [4].

Abu serbuk kayu kelapa merupakan agregat buatan. Dalam dunia konstruksi agregat buatan ini dapat digunakan bahan filler / pengisi (partikel dengan ukuran < 0,075 mm atau lolos saringan 200), diperoleh dari hasil pembakaran arang kayu kelapa. Sebagian besar filler ini merupakan hasil alam seperti semen dan abu batu yang jumlahnya terbatas dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Untuk itu perlunya ada inovasi dengan menggunakan alternatif bahan pengganti berupa limbah seperti abu serbuk kayu kelapa dalam upaya menggantikan bahan pengganti yang lebih ekonomis dan jumlahnya di lapangan makin banyak [1].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu kayu kelapa sebagai filler terhadap kinerja campuran aspal dan mengetahui variasi komposisi campuran yang optimal dalam mencapai nilai durabilitas yang diinginkan dengan melakukan pengujian terhadap nilai Marshall lapisan aspal AC-WC yang telah dimodifikasi

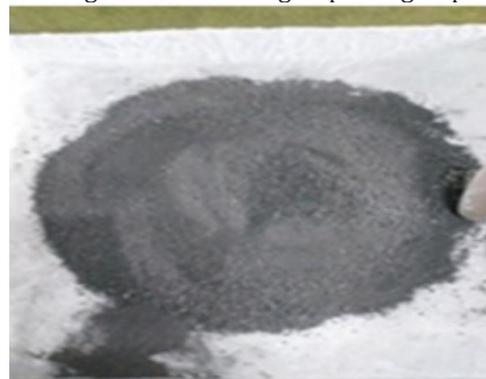
dengan penambahan abu serbuk kayu kelapa.

METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari persiapan alat dan bahan, perancangan campuran dan pengujian Marshall. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Timbangan, *countainer*, batang pemadat, meja penggetar, *oven*, *thermometer*, satu set *water bath*, jangka sorong, *pen*, sendok, kompor dan satu set alat *Marshall Test*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Agregat Kasar
Tipe agregat yang digunakan dalam agregat kasar adalah yang lolos saringan 3/4 dan tertahan saringan No.8 atau 2,36 mm. Agregat tersebut untuk digunakan dalam pengujian yang terdiri dari batu pecah atau kerikil.
2. Agregat Halus
Tipe agregat yang digunakan dalam agregat halus adalah lolos saringan No.8 dan tertahan di atas saringan no. 200.
3. Aspal
Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal pertamina dengan nilai penetrasi 60/70
4. Filler
Abu serbuk kayu kelapa dan semen yang lolos saringan No. 200. Campuran filler dalam penelitian ini adalah 50% abu serbuk kayu kelapa – 50% semen dan 80% abu serbuk kayu kelapa – 20% semen. Bahan pengisi atau bahan tambahan tersebut ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan.



Gambar 1. Abu Serbuk Kayu Kelapa

Dalam penelitian ini digunakan metode pengujian *Marshall (Marshall Test)* yang dikembangkan oleh Bruce Marshall dan dilanjutkan oleh *U.S Corps Engineer*. Secara umum pengujian Marshall meliputi empat butir pengujian [5,6,7]:

- a. Pengujian Stabilitas
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan maksimal beton aspal padat dalam menerima beban hingga kelelahan plastis.
- b. Pengujian Kelelahan (*Flow*)
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban hingga batas keruntuhan.
- c. Perhitungan *Marshall Quotient*
Marshall Quotient merupakan perbandingan antara

- nilai stabilitas dan *flow*.
- d. Perhitungan Volumetrik
- *Void In the Mix* (VIM)
VIM merupakan rongga udara dalam campuran, dalam campuran beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.
 - *Void in Mineral Agregat* (VMA)
VMA merupakan ruang rongga diantara partikel agregat pada campuran beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang terserap agregat). VMA direncanakan berdasarkan berat jenis bulk (Gsb)

- *Void Filled with Asphalt* (VFA)
VFA merupakan presentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan.
Pedoman pelaksanaan pengujian *Marshall* ini sesuai dengan ketentuan spesifikasi bina marga tahun 2018. erikut ini adalah ketentuan sifat-sifat campuran laston AC-WC, AC-BC, dan AC- Base, sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 [8].

Tabel 1. Ketentuan Sifat Campuran Laston yang diModifikasi (AC-Mod)

Sifat-sifat Campuran	Laston Modifikasi		
	Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75	112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min		0,6
	Maks		1,2
Rongga dalam campuran (%)	Min		3,0
	Maks		5,0
Rongga dalam Agregat (VMA)(%)	Min	15	14
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000	2250
Pelelehan (mm)	Min	2	3
	Maks	4	6
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min		90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min		2
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm	Min		2500

Sumber : Spesifikasi umum Bina Marga 2018 [8]

Material yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu. Hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data - data yang akan dibutuhkan dalam perancangan campuran aspal beton (laston), meliputi jenis agregat kasar, gradasi, jenis agregat halus, dan jenis aspal. Pada perancangan campuran ini tidak ditentukan mutu yang direncanakan, akan tetapi ditentukan oleh prosentase substitusi batu bara terhadap agregat halus.

Pembuatan komposisi campuran aspal beton (laston), campuran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu komposisi campuran *filler* menggunakan presentase yang akan dijabarkan sebagai berikut :

- Bahan tambahan 80% abu serbuk kelapa dan 20% semen.
- Bahan tambahan 50% abu serbuk kelapa dan 50% semen.

Dan kadar aspal masing masing sebesar 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, dan 7%. Selanjutnya dilakukan pencampuran terhadap bahan material lainnya yang telah di rencanakan. Benda uji dibuat sesuai dengan campuran yang direncanakan sebagaimana dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Komposisi Rencana Campuran AC-WC

Kode Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Filler 10 (%)		Agregat halus (%)	Kadar Agregat Kasar (%)
		Abu serbuk kelapa	Semen		
1	5 - 7	50%	50%	35	55
2	5 - 7	80%	20%	35	55

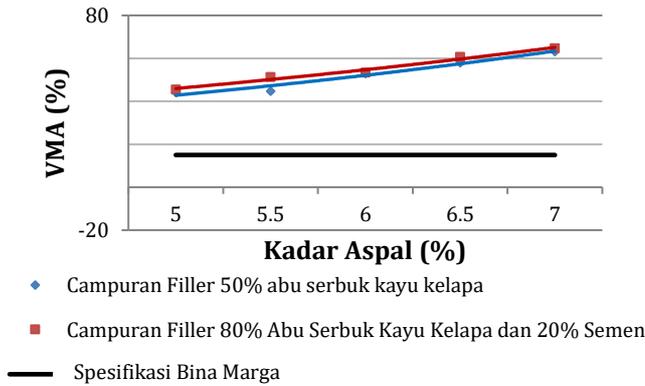


Gambar 2. Benda Uji untuk *Marshall Test*

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Void in Mineral Agregat (VMA)

Nilai VMA adalah persentase rongga yang ada di antara butir agregat dalam campuran beton aspal yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume campuran beton aspal.

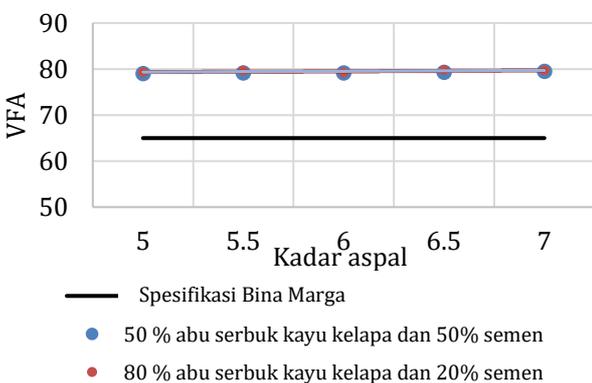


Gambar 3. Grafik hubungan VMA campuran aspal dengan campuran filler 50% dan 80% abu serbuk kayu kelapa

Dari Gambar 3 diketahui bahwa nilai VMA pada semua perentase campuran modifikasi pada filler. Nilai VMA pada semua persentase campuran modifikasi cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. Campuran aspal dengan modifikasi filler 50% abu serbuk kayu dan 80% abu serbuk kayu memenuhi standar spesifikasi yang dipersyaratkan yaitu di atas 15%.

b. Void Filled with Asphalt (VFA)

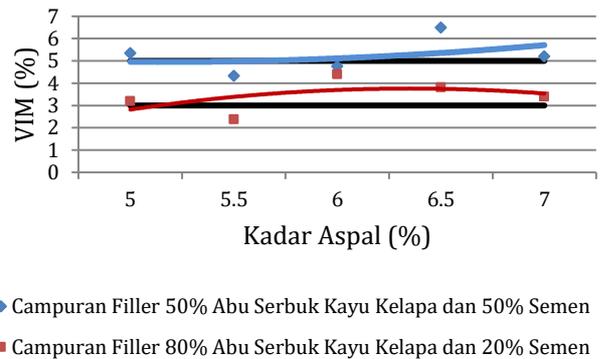
Nilai VFA merupakan rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang dinyatakan dalam persen terhadap rongga antar butiran agregat (VMA) sehingga antara nilai VMA dan VFA mempunyai kaitan yang sangat erat. Dari Gambar 3, dapat diketahui bahwa semua campuran memenuhi syarat.



Gambar 4. Grafik hubungan VFA campuran aspal dengan campuran filler 50% dan 80% abu serbuk kayu kelapa

c. Void In Mixture (VIM)

Void In Mixture (VIM) adalah persentase rongga udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah di lakukan pemadatan. Nilai VIM menjadi indikator durabilitas atau memberi pengaruh terhadap keawetan dari campuran beton aspal tersebut.

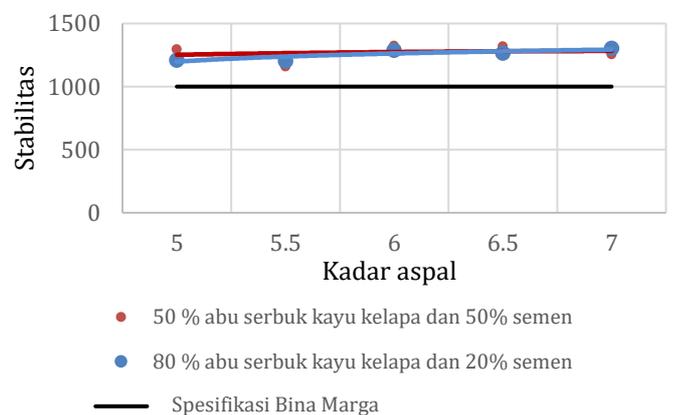


Gambar 5. Grafik hubungan VIM campuran aspal dengan campuran filler 50% dan 80% abu serbuk kayu kelapa.

Dari gambar di atas terlihat bahwa modifikasi filler 50% abu serbuk kayu kelapa dan 50% semen yang memenuhi spesifikasi nilai VIM hanya di kadar aspal 5,5% dan 6%. Sedangkan nilai VIM untuk campuran 80% serbuk abu kayu yang memenuhi spesifikasi berada di kadar aspal 6%, 6,5% dan 7%.

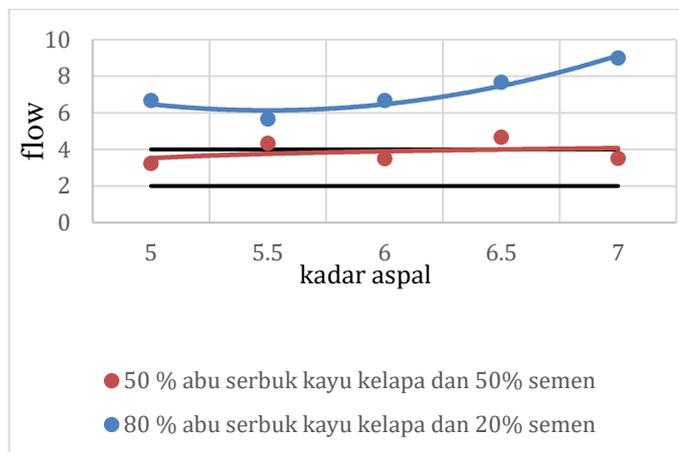
d. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis pekerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelembung, alur (*rutting*), maupun mengalami *bleeding*. Nilai stabilitas di pengaruhi oleh kohesi aspal, kadar aspal, gesekan, sifat saling mengunci dari partikel - partikel agregat, bentuk dan tekstur permukaan serta gradasi agregat. Dari Gambar diatas dapat diketahui bahwa nilai Stabilitas pada semua persentase campuran modifikasi agregat halus semua memenuhi syarat.



Gambar 6. Grafik hubungan Stabilitas campuran aspal dengan semua persentase campuran modifikasi pada filler 50% dan 80% abu serbuk kayu kelapa.

e. Kelelahan (Flow)



Gambar 7. Grafik hubungan Flow campuran aspal dengan campuran semua persentase modifikasi pada filler 50% dan 80% abu serbuk kayu kelapa.

Dari gambar diatas diketahui bahwa nilai *flow* untuk campuran filler modifikasi 50% pada kadar aspal 5%, 6% dan 7% memenuhi persyaratan, karena berada dalam spesifikasi minimum 2% dan spesifikasi maksimum 4%. Sedangkan untuk filler 80 %, *flow* pada semua kadar aspal tidak memenuhi spesifikasi yaitu berada di 2 - 4 mm.

f. Marshall Quotient (MQ)

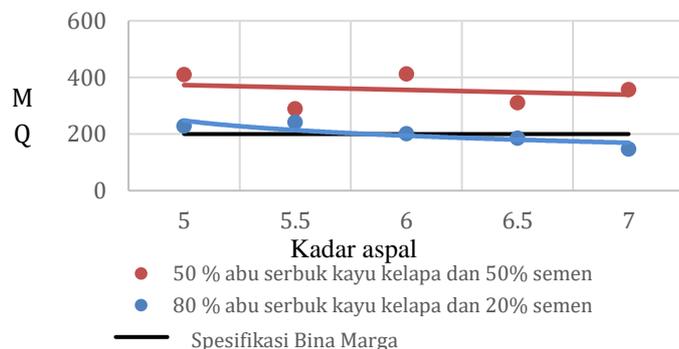
Marshall Quotient adalah hasil bagi antara stabilitas dan flow. Nilai MQ menunjukkan fleksibilitas campuran yaitu semakin besar nilai MQ pada suatu campuran maka akan semakin kaku campuran tersebut demikian juga semakin kecil nilai MQ maka tingkat kelenturan dan plastistas (terlalu cenderung kurang stabil) campuran akan semakin besar.

Tabel 3. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC dengan Filler 50% abu serbuk kayu kelapa

Karakteristik Campuran	Satuan	Spesifikasi (Bina Marga)	Kadar Aspal (%)				
			5	5.50	6.00	6.50	7.00
Stabilitas	kg	≥ 1000	5	5.50	6.00	6.50	7.00
Flow	mm	2 - 4	5	5.50	6.00	6.50	7.00
MQ	kg/mm	≥ 200	5	5.50	6.00	6.50	7.00
VIM	%	3 - 5	5	5.50	6.00	6.50	7.00
VMA	%	≥ 15	5	5.50	6.00	6.50	7.00
VFA	%	≥ 65	5	5.50	6.00	6.50	7.00

KAO = 6%

█ = Memenuhi



Gambar 8. Grafik hubungan MQ campuran aspal dengan campuran semua persentase modifikasi pada filler 50% dan 80% abu serbuk kayu kelapa.

Pada campuran filler 50% abu serbuk kayu kelapa didapat nilai MQ yang fluktuatif karena mengalami peningkatan dan penurunan. Semua nilai MQ pada campuran aspal dengan filler modifikasi abu serbuk kayu 50% dan 50% semen memenuhi syarat MQ karena berada diatas Spesifikasi minimum MQ yaitu 200 kg/mm. Sedangkan untuk campuran abu serbuk kayu kelapa 80% hanya kadar aspal 5%, 5,5% dan 6% yang memenuhi persyaratan spesifikasi karena nilainya berada di atas 200 kg/mm

g. Kadar Aspal Optimum

Berikut merupakan hasil dari kadar aspal optimum yang dilakukan terhadap benda uji dengan filler berbeda.

Tabel 4. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC dengan Filler 80% abu serbuk kayu kelapa

Karakteristik Campuran	Satuan	Spesifikasi (Bina Marga)	Kadar Aspal (%)				
Stabilitas	kg	≥ 1000	5	5.50	6.00	6.50	7.00
<i>Flow</i>	mm	2 – 4	5	5.50	6.00	6.50	7.00
MQ	kg/mm	≥ 200	5	5.50	6.00	6.50	7.00
VIM	%	3 – 5	5	5.50	6.00	6.50	7.00
VMA	%	≥ 15	5	5.50	6.00	6.50	7.00
VFA	%	≥ 65	5	5.50	6.00	6.50	7.00

 = Memenuhi

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa campuran aspal dengan filler 50% abu serbuk kayu kelapa – 50% semen telah memenuhi spesifikasi yang telah dipersyaratkan. Campuran ini mendapatkan Kadar Aspal Optimum di kadar aspal 6%. Sedangkan campuran beraspal dengan filler 80% abu serbuk kayu kelapa tidak memenuhi spesifikasi untuk flow untuk semua kadar aspal.

Apabila ditinjau berdasarkan nilai ekonomis dari penggunaan *filler* yang biasa dipakai yaitu semen dengan modifikasi abu serbuk kayu kelapa (yang dipakai pada penelitian ini) maka serbuk kayu kelapa menjadi bahan alternatif yang cukup terjangkau atau memiliki nilai ekonomis lebih rendah. Namun terdapat faktor yang harus dipertimbangkan dari segi sumber dan jumlah abu serbuk kayu kelapa yang dapat merusak lingkungan apabila dilakukan secara masif. Dari segi jumlahnya juga terbatas tergantung dari jumlah limbah abu serbuk kayu kelapa yang tersedia.

KESIMPULAN

Penggunaan filler dengan komposisi 50% menghasilkan kinerja campuran aspal yang paling baik jika dibandingkan dengan perbandingan campuran filler serbuk kayu kelapa dengan komposisi 8%(abu serbuk kayu kelapa): 20%(semen). Karakteristik Marshall pada campuran tersebut didapatkan hasil nilai VIM sebesar 4,75%, nilai VMA sebesar 52,92%, nilai VFA sebesar 79,13%, nilai *flow* sebesar 3,5 mm, nilai stabilitas sebesar 1324,31 kg. Nilai stabilitas tinggi dapat menunjukkan bahwa campuran tersebut mempunyai kerapatan yang tinggi sehingga dapat kuat menahan beban diatas permukaan aspal. Sehingga menghasilkan nilai *marshall quotient* (MQ) didapatkan sebesar 412,41 kg/mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sabaruddin, “Sebagai Material Pengisi,” vol. 11, no. 200, pp. 103–114, 2011.
- [2] Maliangkay Ronny B. Budidaya Peremajaan Tebang Bertahap pada Usahatani Polikultur Kelapa. *Perspektif* 4(1):pp 11-19. 2005
- [3] R. Priyanto, “Studi Penggunaan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Paving Block Terhadap Standar,” pp. 1–27, 2015.
- [4] C Y Cahya, S M Saleh, R Anggraini. Karakteristik Penggunaan Abu Serbuk Kayu sebagai substitusi filler pada campuran laston lapis aus. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perancangan (JARSP)*, pp 61- 68, 2018
- [5] Sukirman, *Perkerasan Jalan Raya*. Bandung: Nova, 2003.
- [6] Sukirman, *Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova, 2010.
- [7] Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova, 1999.
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi1)*. 2018