

Pengaruh Sekam Padi & Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Filler pada Campuran Laston AC-WC

Dwi Chandra Nugraha*, Hammam Rofiqi Agustapraja

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

*Correspondence: ndwichandra@gmail.com

Abstrak. Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) adalah perkerasan lentur jalan raya, dimana perkerasan ini merupakan kombinasi dari : Aspal, agregat kasar agregat halus, dan (filler). Pada penelitian ini dilakukan penggantian *filler* Semen *Portland* sebagai percobaan eksperimen dengan bahan alternatif yaitu abu sekam padi dan abu serbuk kayu. Dimana dalam campuran penelitian ini persen *filler* semen adalah 2% diganti menggunakan 2% abu SP, 2% abu SK, 1% abu SP : 1% abu SK, ditinjau dari sifat Marshall Sesuai dengan persyaratan standar Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3) Seksi 6.3 Campuran beraspal panas. Dari Hasil pengujian Marshall di dapat nilai stabilitas tertinggi sebesar 938,71 kg dan nilai flow sebesar 2,83 mm dengan mensubstitusi 2% *filler* abu SP, dimana ketahanannya lebih baik dibandingkan dengan campuran *filler* standar 2% semen dengan nilai stabilitas hanya 889,68 kg. Nilai VIM yang di dapat sebesar 3,57%, meskipun memenuhi standar, besarnya VIM menunjukkan bahwa campuran substitusi filler 2% abu sekam padi tidak kedap air. Bisa di lihat dengan nilai VMA yang tinggi sebesar 23,30% menunjukkan banyaknya jumlah rongga pada campuran AC-WC. Dimana semakin besarnya persen kadar VIM dan VMA menunjukkan semakin rendah kelekatan campuran aspal dengan mensubstitusi *filler* Semen menggunakan abu SP, dibuktikan dengan nilai VFA yang hanya 52,41% yang tidak memenuhi standart spesifikasi, karena rongga yang tercipta akan terisi udara ataupun air. Penggantian 2% *filler* abu SP di peroleh nilai Marshall Quotient 333,70 kg/mm yang memenuhi standart spesifikasi yaitu Min 250 kg/mm namun lebih tinggi dari campuran *filler* normal 2% semen yang hanya 258,23 kg/mm.

Kata Kunci: Substitusi *filler*, Abu Sekam padi, Abu Serbuk kayu, Laston AC-WC, Marshall Tes.

Abstract. Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) is a flexible highway pavement, where this pavement is a combination of: Asphalt, fine aggregate coarse aggregate, and (filler). In this study, the replacement of Portland cement filler was carried out as an experiment with alternative materials, namely rice husk ash and wood sawdust. Where in this research mixture the percentage of cement filler is 2% replaced using 2% SP ash, 2% SK ash, 1% SP ash: 1% SK ash, in terms of Marshall properties In accordance with the standard requirements of General Specifications 2010 (revision 3) Section 6.3 Hot bituminous mix. From the Marshall test results, the highest stability value was 938.71 kg and a flow value of 2.83 mm by substituting 2% SP ash filler, where the resistance was better than the standard 2% cement filler mixture with a stability value of only 889.68 kg. The VIM value obtained was 3.57%, although it met the standard, the VIM value indicated that the 2% rice husk ash filler substitution mixture was not watertight. It can be seen that the high VMA value of 23.30% indicates the large number of cavities in the AC-WC mixture. Where the greater the percentage of VIM and VMA, the lower the adhesiveness of the asphalt mixture by substituting Cement filler using SP ash, as evidenced by the VFA value of only 52.41% which does not meet standard specifications, because the voids created will be filled with air or water. Replacement of 2% SP ash filler obtained a Marshall Quotient value of 333.70 kg/mm which met the specification standard, namely Min 250 kg/mm but higher than the normal 2% cement filler mixture which was only 258.23 kg/mm.

Keywords: Filler substitution, Rice Husk Ash, Wood Powder Ash, Laston AC-WC, Marshall Test.

PENDAHULUAN

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari : Lapisan permukaan (*Surface Course*) dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dengan tebal minimum AC-WC adalah 4cm. Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi. Lapisan pondasi atas (*Base Course*) dikenal dengan AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) dengan tebal minium 5 cm . Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan.Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar. Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*) dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete – Base*) dengan tebal minimum 6 cm. Lapis

pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Lapisan tanah dasar (*Subgrade*) Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan Modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil ataunilai tes soil index Pattipeilohy, Sapulette & Lewaherilla (2019). Lapisan-lapisan tersebut bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan Zirvi et al. (1983).

Peningkatan pengguna jalan yang semakin tinggi menyebabkan perlunya peningkatan kualitas pembangunan prasarana transportasi jalan yang ekonomis serta sesuai dengan umur rencana. Namun lapisan perkerasan jalan saat ini yang sering digunakan adalah bahan dari sumber daya alam yang tidak bisa diperbarui, lapisan perkerasan jalan yang umum digunakan di Indonesia adalah campuran Lapis Aspal Beton (Laston). Laston Lapis Aus atau Asphalt Concrete Wearing Course (AC- WC) merupakan bagian yang terletak pada lapisan paling atas dalam perkerasan lentur jalan raya. Lapisan perkerasan ini merupakan kombinasi dari aspal, agregat kasar, agregat halus, dan (filler). Campuran aspal panas (*hot mix*) salah satunya adalah Lapis aspal beton (Laston) yang selanjutnya disebut Asphalt Concrete (AC) terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-BC) dan AC Lapis Pondasi (AC-Base) dan ukuran maksimum agregat masing – masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Bina Marga (2010) dalam Faizal & Putri (2018). Agregat halus adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran halus. Agregat halus berfungsi sebagai pengisi ruang antara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat Sucahyo, Agustapraja (2020). Filler merupakan lapisan pengisi yang berfungsi untuk mengisi ataupun menutupi rongga udara pada perkerasan jalan (Yolanda Anggraini , Alfian Malik 2020).

Bahan pengisi (filler) yang dapat digunakan terdiri atas debu batu kapur (Calcium Carbonate, CaCO₃), debu kapur padam, semen Portland, debu dolomit atau debu terbang (fly ash). Akan tetapi seperti yang kita ketahui bahwa filler tersebut persediaannya telah mulai menipis apabila dilihat dari sumber materialnya untuk itu perlu adanya inovasi baru dengan menggunakan alternatif bahan. Menurut Mulyono (2003) dalam Faizal & Putri (2018) semen yang satu dapat dibedakan dengan semen lainnya berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirannya. Penggunaan abu sekam padi ini bertujuan sebagai bahan alternative pengganti abu batu (filler) dalam campuran aspal. Hal ini dikarenakan abu sekam padi juga memiliki beberapa unsur kimia yang dikandung oleh abu batu menurut Nugraha (1989) dalam Akbar and Wesli (2016). Sedangkan abu serbuk kayu juga bisa digunakan sebagai bahan pengisi di lihat dari zat selulosa yang terkandung di dalam nya yang dilakukan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sabaruddin (2011) dalam Yolanda Anggraini , Alfian Malik (2020). Dimana Setiap hari pembuatan batu bata merah menghasilkan limbah berupa abu sekam padi dan abu serbuk kayu dari proses pembakaran batu bata merah. (Witri 2015). Tentunya abu sekam padi dan abu serbuk kayu sebagai bahan pengisi (filler) campuran aspal beton harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm) Menurut Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum persyaratan filler yang digunakan harus kering serta bebas dari gumpalan-gumpalan serta apabila di coba dengan pengayakan sesuai dengan yang ditunjukkan oleh SNI ASTM C136: 2012 harus memiliki bahan yang lolos saringan No. 200 (0,075 milimeter) minimal 75% terhadap beratnya.

Pada penelitian ini perbedaan dan kesamaan dengan Penelitian terdahulu adalah sama – sama mengganti bahan pengisi filler pada Campuran Laston AC – WC dengan alternatif bahan alternatif limbah yang tidak merusak alam contohnya pada penelitian Kartikasari and Hartantyo (2017) mereka mengganti bahan pengisi filler pada Campuran Laston AC – WC dengan alternatif bahan Fly ash dan Serbuk Batu bata. Pada penelitian Nurhayati Doda (2022) mereka mengganti bahan pengisi filler pada Campuran Laston AC – WC dengan alternatif bahan abu cangkang pala. Pada penelitian Triyatno et al. (2020) mereka mengganti bahan pengisi filler pada Campuran Laston AC – WC dengan alternatif bahan Ampas Tahu. Perbedaannya terletak pada bahan alternatif yang digunakan dan presentase campurannya pada penelitian ini menggunakan abu sekam padi dan abu serbuk kayu sebagai substitusi filler pada campuran laston AC-WC dengan presentase variasi campuran normal 2% *filler* Semen , substitusi *filler* 2% Abu Sekam Padi, 2% Abu Serbuk Kayu, 1% Abu Sekam Padi : 1% Abu Serbuk Kayu.

METODE

Metode penelitian dalam penelitian ini yang dilakukan di Laboratorium Aspal Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan adalah metode eksperimen yang ditinjau dari Pengujian Agregat, Aspal, Filler dan sifat Marshall Sesuai dengan persyaratan standar Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3) Seksi 6.3 Campuran beraspal panas. dengan jumlah sampel 12 benda uji dengan presentase campuran filler normal Semen Portland 2%, presentase substitusi filler 2% Abu Sekam Padi, 2% Abu serbuk Kayu dan 1% Abu Sekam Padi : 1% Abu Serbuk Kayu yang terdiri dari 3 buah sampel tiap variasi presentase dan dilakukan dalam waktu 3 hari, untuk mengetahui pengaruh substitusi filler abu sekam padi dan abu serbuk kayu terhadap nilai – nilai Marshall properties yaitu Stabilitas, Kelelahan (Flow), VIM (*Void in Mixtur*), VMA (*Void Mineral Agregat*), VFA (*Void Filled with Asphalt*) dan MQ (*Marshall Quotien*). Analisa data pada pengujian ini menggunakan aplikasi ms.excel 2016.

HASIL

Hasil pengujian Berat Jenis agregat Kasar dan halus memenuhi persyaratan sesuai dengan acuan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Devisi 1 dengan berat Sampel 2000 gram pada agregat kasar dan 1000 gram pada agregat halus, seperti ditunjukkan pada Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Rata – Rata Agregat Kasar dan Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Metode Pengujian	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan
I Pengujian Agregat Kasar					
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SK SNI 1969-2008	Min. 2,5 Gr/cc	3,60 gr/cc	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD	SK SNI 1969-2008	Min. 2,5 Gr/cc	3,64 gr/cc	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	SK SNI 1969-2008	Min. 2,5 %	3,83 %	Memenuhi
4	Penyerapan	SK SNI 1969-2008	Maks. 3,0%	0,016 %	Memenuhi
II Pengujian Agregat Halus					
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SK SNI 1970-2008	≥ 2,5 Gr/cc	4,35 gr/cc	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD	SK SNI 1970-2008	≥ 2,5 Gr/cc	4,39 gr/cc	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	SK SNI 1970-2008	≥ 2,5%	4,53 %	Memenuhi
4	Penyerapan	SK SNI 1970-2008	≤ 3,0%	0,009%	Memenuhi

Sumber : Data Olahan (2023).

Hasil Pengujian filler bertujuan untuk mengetahui nilai keausan, berat jenis dan waktu ikat filler, spesifikasi ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga yaitu lolos sarigan No. 200 sebanyak 75 % hasil dari pengujian. seperti ditunjukkan pada Tabel 2 :

Tabel 2. Kadar Filler

Filler	Lolos ayakan	Kadar %	Berat
Semen	No. 200	2%	22 gr
Abu sekam padi	No. 200	2%	22 gr
Abu Serbuk kayu	No.200	2%	22 gr

Sumber : Data Olahan (2023).

Hasil pengujian Aspal antara lain penetrasi aspal, titik nyala dan bakar aspal, titik lembek aspal, dan berat jenis aspal dimana memenuhi persyaratan aspal keras Penetrasi 60/70 sesuai dengan acuan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Devisi 1, seperti ditunjukkan pada Tabel 3:

Tabel 3. Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI 06-2456-1991	60 – 70 mm	69,5 mm	Memenuhi
2	Titik nyala (°C)	SNI 06-2433-2011	≥232 °C	324 °C	Memenuhi
3	Titik lembek (°C)	SNI 06-2434-2011	≥48 °C	52 °C	Memenuhi
4	Berat jenis	SNI 06-2441-2011	≥1.0 gr/cc	1,0877 gr/cc	Memenuhi

Sumber : Data Olahan (2023).

Presentase Campuran Laston AC-WC yang di buat pada penelitian ini, seperti ditunjukkan pada Tabel 4 :

Tabel 4. Presentase Agregat dalam Campuran

No	Material	Komposisi
1	Agregat Kasar	14 %
2	Agregat Sedang	27 %
3	Agregat Halus	51,4 %
4	Filler	2%
	Total	100%

Sumber : Data Olahan (2023).

Perencanaan Kadar Butimen , kadar butimen yang akan digunakan disesuaikan dengan gradasi campuran yang terjadi diatas menggunakan rumus :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% \text{ Filler}) + \text{Konstanta}$$

Dimana:

Pb = Kadar Aspal perkiraan

CA = % Agregat Kasar tertahan saringan No.8

FA = Total Agregat kasar lolos No. 8 + agregat halus tertahan No. 200

Filler = Agregat halus tertahan No.200

Konstanta = 1,0

Perhitungan :

$$CA = 0,75$$

$$FA = 97,5 + 1 = 98,5$$

Jadi:

$$PB = 0,035 (0,75\%) + 0,045 (98,5\%) + 0,18 (1\%) + 1$$

$$= 0,026 + 4,43 + 0,18 + 1$$

$$= 5,6 \%$$

Presentase Fraksi Agregat & Aspal Dalam Campuran Laston AC-WC yang di buat pada penelitian ini, seperti ditunjukkan pada Tabel 5 :

Tabel 5 Presentase Fraksi Agregat dan Aspal

Jenis Pemeriksaan	Presentase	Satuan
Kadar Aspal	5,6	%
Kapasitas mould	1100	Gram
Berat wajan	594	Gram
Berat Aspal	61,60	Gram
Berat Agregat	1038,4	Gram
a. Agregat Kasar	154	Gram
b. Agregat Sedang	297	Gram
c. Agregat Halus	565,4	Gram
d. Filler Semen	22	Gram

Sumber : Data Olahan (2023).

Job Mix Formula Campuran Laston AC-WC yang di buat pada penelitian ini, seperti ditunjukkan pada Tabel 6 :

Tabel 6. Job Mix formula Campuran Laston AC – WC

Kadar Aspal %	Kadar Campuran Substitusi Filler %	Berat Campuran Substitusi filler(Gram)	Berat Aspal dlm Campuran (Gram)	Agregat KSR 14% (Gram)	Agregat SDG 27% (Gram)	Agregat HLS 51,40% (Gram)	Total Berat Campuran (Gram)
5,6	2% SM	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SM	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SM	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SP	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SP	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SP	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SK	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SK	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SK	22	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SP:SK	11:11	61,6	154	297	565,4	1100

5,6	2% SP:SK	11:11	61,6	154	297	565,4	1100
5,6	2% SP:SK	11:11	61,6	154	297	565,4	1100

Sumber : Data Olahan (2023).

Hasil Pengujian Marshall Tes dilakukan untuk mengetahui pengaruh Substitusi filler yaitu abu sekam padi dan abu serbuk kayu terhadap nilai – nilai *Marshall Properties*, yaitu Stabilitas, Kelelahan (Flow), VIM (*Void in Mixtur*), VMA (*Void Mineral Agregat*), VFA (*Void Filed with Asphalt*) dan MQ (*Marshall Quotien*). seperti ditunjukkan pada Tabel 7 :

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshall Test Rata – rata

No	%Substitusi Filler	Stabilitas Rata - rata	VMA	VFA	VIM	Flow	MQ	Density
1	2% SM	826,10	19,39	66,18	32,44	3,20	258,23	2,43
2	2% SP	938,71	23,30	52,41	35,72	2,83	333,70	2,31
3	2% SK	889,68	23,29	52,55	35,71	2,57	348,27	2,31
4	1%:1% SP:SK	790,25	21,66	57,57	34,35	3,13	253,32	2,36
5	Spesifikasi	Min 800	Min 15%	Min 65%	Min 3-5%	2-4 mm	Min 250	-
6	Pemadatan				75x			
7	Kadar Aspal				5,6%			

Sumber : Data Olahan (2023).

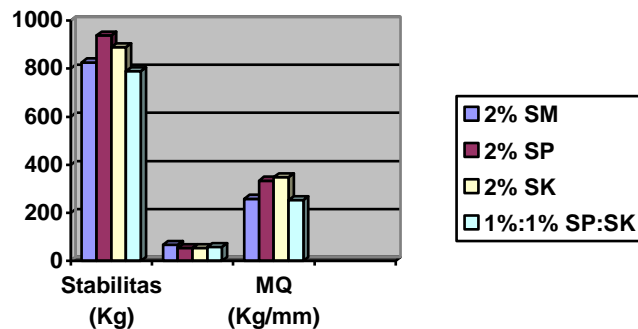
Pembahasan

Setelah dilakukan Penelitian dengan mengganti / substitusi filler semen pada campuran Laston AC – WC di peroleh hasil akhir dari Marshall Properties dan dibahas yang mana akan dirangkum dalam Tabel untuk melihat hasil dari keseluruhan nilai dan menjadi data pembandingan berpengaruh atau tidaknya penelitian substitusi filler ini terhadap Nilai Karakteristik Marshall Properties . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel dan Grafik berikut :

Tabel 8. Hasil Stabilitas,VFA, dan MQ

%Substitusi Filler	Stabilitas (Kg)	VFA (%)	MQ (%)
2% SM	826,10	66,18	258,23
2% SP	938,71	52,41	333,70
2% SK	889,68	52,55	348,27
1%SP:1%SK	790,25	57,57	253,32
Spesifikasi	Min 800 Kg	Min 65%	Min 250 Kg/mm
Pemadatan		75x2	
Kadar Aspal		5,60%	

Sumber : Data Olahan (2023).



Gambar 1. Grafik Hasil Stabilitas,VFA dan MQ

Sumber: Hasil Analisa 2023

Pada Gambar Grafik di atas dapat dilihat rangkuman hasil akhir perhitungan substitusi filler yang memenuhi standart spesifikasi Bina Marga 2010 sesuai dengan batas minimum masing masing.

Dari Hasil Stabilitas campuran normal yaitu 2% SM dan substitusi *filler* 2% SP, 2%SK nilai Stabilitasnya memenuhi standart spesifikasi di atas batas minimum Min 800, Sedangkan pada substitusi *filler* 1%SP: 1%SK tidak memenuhi standart spesifikasi dengan nilai stabilitas sebesar 790,25.

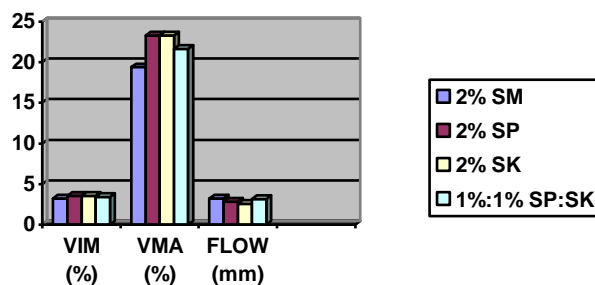
Dari Hasil *Void Filled with Asphalt* (VFA) / Rongga terisi aspal nilai VFA pada campuran normal saja yang memenuhi standart spesifikasi di atas batas minimum Min 65% dengan nilai VFA 66,18 %, namun pada substitusi *filler* 1%SP: 1%SK paling mendekati batas spesifikasi dengan nilai VFA sebesar 57,57 % di bandingkan substitusi variasi lainnya.

Dari Hasil *Marshall Quotien* (MQ) untuk semua campuran, campuran normal dan substitusi *filler* memenuhi standart spesifikasi dengan batas Min 250, dimana dengan nilai MQ sebesar 258,23 pada campuran normal, nilai MQ paling tinggi dari variasi campuran normal terdapat pada variasi substitusi *filler* 2% abu serbuk kayu (SK) dengan nilai MQ sebesar 348,27, sedangkan nilai MQ paling renda terdapat pada variasi campran substitusi *filler* 1%SP: 1%SK dengan nilai MQ di bawah nilai campuran normal tetapi masih memenuhi standart spesifikasi yaitu dengan nilai MQ sebesar 253,32.

Tabel 9. Hasil VIM, VMA, dan Flow

%Substitusi Filler	VIM (%)	VMA (%)	FLOW (%)
2% SM	3,24	19,39	3,20
2% SP	3,57	23,30	2,83
2% SK	3,57	23,29	2,57
1%SP:1%SK	3,43	21,66	3,13
Spesifikasi	3 - 5 %	Min 15%	2 - 4 mm
Pemadatan		75x2	
Kadar Aspal		5,6%	

Sumber : Data Olahan (2023).



Gambar 2. Grafik Hasil VIM, VMA dan Flow

Sumber : Hasil Analisa 2023

Pada Gambar Grafik di atas dapat dilihat rangkuman hasil akhir perhitungan substitusi *filler* yang memenuhi standart spesifikasi Bina Marga 2010 sesuai dengan batas minimum masing masing.

Dari Hasil *Void in Mixtur* (VIM) campuran normal yaitu 2% SM dan substitusi *filler* 2% SP, 2%SK nilai VIM memenuhi standart spesifikasi di atas batas Min 3, Max 5. Dimana nilai VIM substitusi *filler* mendapat nilai lebih besar dari pada nilai campuran normal 2% SM dengan nilai VIM substitusi *filler* 2%SP sebesar 3,57, nilai VIM substitusi *filler* 2%SK sebesar 3,57, nilai VIM substitusi *filler* 1%SP: 1%SK sebesar 3,43, dimana yang paling mendekati nilai VIM campuran normal 2% SM adalah nilai VIM 1%SP: 1%SK.

Dari Hasil *Void Mineral Agregat* (VMA) untuk semua campuran, campuran normal dan substitusi *filler* memenuhi standart spesifikasi dengan batas Min 15%, dimana dengan nilai VMA sebesar 19,39 pada campuran normal, nilai VMA paling tinggi dari variasi campuran normal terdapat pada variasi substitusi *filler* 2% abu sekam padi (SP) dengan nilai VMA sebesar 23,30, sedangkan nilai VMA paling mendekati nilai VMA campuran normal terdapat pada variasi substitusi *filler* 1%SP: 1%SK dengan nilai VMA sebesar 21,66.

Dari Hasil Kelelehan plasties (*Flow*) untuk semua campuran, campuran normal dan substitusi *filler* memenuhi standart spesifikasi dengan batas Min 2, Max 4mm, dimana dengan nilai *Flow*

sebesar 3,20 pada campuran normal, tidak ada nilai *Flow* paling tinggi semua di bawah nilai campuran normal namun nilai yang paling mendekati campuran normal adalah variasi campuran substitusi *filler* 1%SP: 1%SK dengan nilai *Flow* sebesar 3,13, sedangkan nilai *Flow* paling rendah terdapat pada variasi campuran substitusi *filler* 2%SK dengan nilai *Flow* sebesar 2,57 di bawah nilai campuran normal tetapi masih memenuhi standart spesifikasi.

SIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah tentang berapa nilai karakteristik Marshall dengan mengganti / substitusi filler campuran normal 2% semen pada campuran Asphalt AC – WC, menggunakan bahan alternatif dengan variasi substitusi filler 2% abu sekam padi (SP), 2% abu serbuk kayu (SK) dan 1% abu sekam padi (SP) : 1% abu serbuk kayu (SK), di peroleh nilai karakteristik Marshall sebagai berikut:

1. Pada Stabilitas rata – rata variasi campuran normal 2% SM sebesar 826,10 kg, substitusi *filler* variasi 2% SP sebesar 938,71 kg, variasi 2% SK sebesar 889,68 kg, variasi 1%SP:1%SK sebesar 720,25 kg. Nilai VMA rata – rata variasi campuran normal 2% SM sebesar 19,39 %, substitusi *filler* variasi 2%SP sebesar 23,30 %, variasi 2%SK sebesar 23,29 %, variasi 1%SP:1%SK sebesar 21,66 %. Nilai VFA rata – rata variasi campuran normal 2% SM sebesar 66,18 %, substitusi *filler* variasi 2%SP sebesar 52,41 %, variasi 2%SK sebesar 52,55 %, variasi 1%SP:1%SK sebesar 57,57 %. Nilai VIM rata – rata variasi campuran normal 2% SM sebesar 3,24 %, substitusi *filler* variasi 2%SP sebesar 3,57 %, variasi 2%SK sebesar 3,57 %, variasi 1%SP:1%SK sebesar 3,43 %. Nilai *Flow* rata – rata variasi campuran normal 2% SM sebesar 3,20 mm, substitusi *filler* variasi 2%SP sebesar 2,83 mm, variasi 2%SK sebesar 2,57 mm, variasi 1%SP:1%SK sebesar 3,13. Nilai MQ rata – rata variasi campuran normal 2% SM sebesar 258,23 kg/mm, substitusi *filler* variasi 2%SP sebesar 333,70 kg/mm, variasi 2%SK sebesar 348,27 kg/mm, variasi 1%SP:1%SK sebesar 253,32 kg/mm.
2. Pada pengujian stabilitas rata – rata dengan mengganti/ substitusi *filler* pada campuran AC – WC pada variasi 2%SP dan 2%SK memenuhi standart spesifikasi 2010, sedangkan pada variasi substitusi *filler* 1%SP:1%SK tidak memenuhi standart spesifikasi karena nilai nya di bawah batas Min 800 kg. Pada pengujian VMA rata – rata untuk semua variasi substitusi filler 2% SP, 2% SK, 1% SP : 1% SK memenuhi standart spesifikasi karena nilai nya di atas batas Min 15 %. Pada pengujian VFA rata – rata untuk semua variasi substitusi filler 2% SP, 2% SK, 1% SP : 1% SK tidak memenuhi standart spesifikasi karena nilai nya di bawah batas Min 65 %. Pada pengujian VIM rata – rata untuk semua variasi substitusi filler 2% SP, 2% SK, 1% SP : 1% SK memenuhi standart spesifikasi karena nilai nya di atas batas Min 3 % dan di bawah batas Max 5%. Pada pengujian kelelahan *Flow* rata – rata untuk semua variasi substitusi filler 2% SP, 2% SK, 1% SP : 1% SK memenuhi standart spesifikasi karena nilai nya di atas batas Min 2 mm dan di bawah batas Max 4mm. Pada pengujian MQ rata – rata untuk semua variasi substitusi filler 2% SP, 2% SK, 1% SP : 1% SK memenuhi standart spesifikasi karena nilai nya di atas batas Min 250 kg/mm. Dengan nilai stabilitas yang tertinggi pada variasi substitusi *filler* 2%SK sebesar 938,71 kg di bandingkan *filler* campuran normal sehingga memiliki ketahanan lebih baik dan untuk semua variasi substitusi filler 2% SP, 2% SK, 1% SP : 1% SK dengan kadar aspal 5,6% kepadatan benda uji tidak terjadi bliding memenuhi standart Spesifikasi yaitu 5 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Said Jalalul, and Wesli Wesli. 2016. “Stabilitas Lapis Aspal Beton Ac-Wc Menggunakan Abu Sekam Padi.” *Teras Jurnal* 2(4): 310–20.
- Faizal & Putri, Listya. 2018. “Perkerasan Lentur Asphalt Beton.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 8–24.
- Kartikasari, Dwi, and Sugeng Dwi Hartantyo. 2017. “Penggantian Filler Dengan Fly Ash Dan Serbuk Batu Bata Pada Campuran Aspal (Ac-Wc).” *UKaRsT* 1(1): 9.
- Nurhayati Doda, Faturrahman. 2022. “SUBSTITUSI FILLER TERHADAP CAMPURAN LAPISAN AC-WC Substitusi Polystyrenne (PS) Dan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filter Terhadap.” *peradaban sains, rekayasa dan teknologi* 10(1): 106–19.
- Pattipeilohy, Jeckelin, W. Sapulette, and N.M.Y. Lewaherilla. 2019. “Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu.” *Manumata Vol 5, No 2 (2019)* 5(2): 56–

64.

- Sucahyo, Agustapraja, Damara. 2020. "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Campuran Paving Block (Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan Resapan Air)." *Ukarst : Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil* (1): 1–15.
- Triyatno, Dony et al. 2020. "Penelitian Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Ampas Tahu Concrete Asphalt Mixture Research Using Tofu Filler." *E-ISSN : 2655-6421* 2(8).
- Witri, Khadavi and Veronika. 2015. "PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC." *Galang Tanjung* 200(2504): 1–9.
- Yolanda Anggraini , Alfian Malik, Mardani Sebayang. 2020. "Analisa Kinerja Campuran AC - WC Dengan Pemanfaatan Kombinasi Limbah Abu." *Jurnal Saintek STT Pekanbaru* 08(02): 70–80.
- Zirvi, Karimullah A., Hideo Masui, Fernando C. Giuliani, and Nathan O. Kaplan. 1983. "Correlation of Drug Sensitivity on Human Colon Adenocarcinoma Cells Grown in Soft Agar and in Athymic Mice." *International Journal of Cancer* 32(1): 45–51.