

PEMANFAATAN ABU SERBUK KAYU SEBAGAI TAMBAHAN FILLER PADA CAMPURAN PERKERASAN JALAN JENIS HRS-WC (*HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE*)

Andy Junestin Simanjuntak

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: andyjunestin95@gmail.com

Desriantomy

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: desriantomy@eng.upr.ac.id

Sutan Parasian Silitonga

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: sutan@eng.upr.ac.id

Abstract: The large use of sawdust ash in everyday life is one of the main factors for a large amount of sawdust ash waste in Indonesia. This is what causes sawdust ash waste to be a problem for the environment. One of the efforts to deal with this problem is trying to use sawdust ash waste as an asphalt mixture. The purpose of this study was to determine the effect of adding sawdust ash waste to the HRS-WC pavement layer the characteristics of the Marshall by using the method asphalt institute which is expected to improve the quality of the flexible pavement according to the design age and at the same time as a reduction in sawdust ash waste that is difficult to decompose. Marshall testing is carried out in 2 stages, namely, Stage 1 is aimed at getting the best OAC value from the planned composition with variations in asphalt content of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, and 8%, the OAC value is obtained at 7, 38%. Furthermore, the second stage uses the composition and OAC that has been obtained from the first phase of testing with variations in the added content of sawdust ash 0%, 1.5%, 3% and 4.5% of the weight of OAC asphalt. Marshall parameters meet the specifications, except for the VIM value on the addition of sawdust ash content by 3% and 4.5%, which are 3.83% and 3.39%, respectively. From the results of the evaluation of Marshall characteristics, it was found that the Maximum sawdust ash Content range of 0% to 1.8% fulfills all the requirements of Bina Marga Specifications year 2018.

Keywords: hrs-wc, marshall, sawdust ash

Abstrak: Penggunaan abu serbuk kayu yang banyak dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu faktor utama banyaknya limbah abu serbuk kayu yang ada di Indonesia. Hal ini yang menyebabkan limbah abu serbuk kayu menjadi masalah bagi lingkungan. Salah satu upaya untuk menangani permasalahan tersebut, dicoba dimanfaatkan limbah abu serbuk kayu sebagai campuran aspal. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah abu serbuk kayu pada perkerasan lapisan HRS-WC terhadap karakteristik *Marshall*. Metode penelitian ini menggunakan metode *Asphalt Institute* yang diharapkan dapat meningkatkan mutu perkerasan lentur jalan raya sesuai dengan umur rencana dan sekaligus sebagai pengurangan limbah abu serbuk kayu. Pengujian *Marshall* dilakukan dengan 2 tahap, yaitu Tahap ke-1 ditujukan untuk mendapatkan nilai KAO yang terbaik dari komposisi yang direncanakan dengan variasi kadar aspal 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8% diperoleh nilai KAO sebesar 7.65%. Selanjutnya, tahap ke-2 menggunakan komposisi dan KAO yang telah diperoleh dari pengujian tahap ke-1 dengan variasi kadar bahan tambah abu serbuk kayu 0%, 1.5%, 3%, dan 4.5% terhadap berat total agregat. Hasil analisis data diperoleh Parameter *Marshall* memenuhi spesifikasi, terkecuali nilai VIM pada penambahan kadar abu serbuk kayu sebesar 3% dan 4.5% yang nilainya berturut-turut yaitu 3.83% dan 3.39%, dan hasil evaluasi karakteristik *Marshall* diperoleh rentang kadar abu serbuk kayu Maksimum 0% hingga 1.8% memenuhi semua persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018.

Kata kunci: abu serbuk kayu, hrs-wc, *marshall*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Seiring dengan meningkatnya perkembangan dan pertumbuhan penduduk diiringi dengan peningkatan mobilitas dan juga volume lalu lintas sehingga muncul kendaraan baru baik kendaraan ringan sampai dengan kendaraan berat yang melintas di jalan raya, sehingga dibutuhkan juga sarana transportasi yang cukup memadai untuk menampung volume kendaraan yang melintas. Kondisi tersebut harus didukung juga oleh konstruksi jalan yang berkualitas, terutama lapis perkerasan guna memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan.

Bertambahnya beban lalu lintas baik dari segi jumlah dan beban sumbu serta ditambah dengan pengaruh lingkungan dimana Indonesia beriklim tropis menjadi alasan banyak ditemukannya kerusakan dini dari perkerasan jalan. Jenis campuran perkerasan jalan yang sering dijumpai yaitu salah satunya Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston), bergradasi senjang dengan kadar aspal yang relatif tinggi. Hal ini akan menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik agar tidak menimbulkan kerusakan retak atau pelepasan butir seperti yang sering terjadi pada lapis aspal beton (laston). Lataston sebagai lapis aus, dikenal dengan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC). Oleh karena itu, berbagai macam modifikasi dalam meningkatkan mutu perkerasan jalan terus dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Lataston HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) merupakan campuran aspal panas bergradasi senjang terdiri dari agregat kasar, sedang, dan halus serta bahan pengisi (*filler*). Campuran ini disebut campuran aspal panas (*Hot Mix Asphalt*) karena dicampur dalam keadaan panas. Campuran tersebut banyak digunakan di lapangan sebagai lapis permukaan jalan. Komposisi campuran untuk material bahan pengisi (*filler*) dibutuhkan yaitu 6%-10% dari berat campuran perkerasan.

Abu serbuk kayu merupakan limbah industri penggergajian kayu yang tersisa setelah pembakaran kayu. Abu serbuk kayu memiliki ukuran partikel yang sangat halus dan mengandung unsur pozzolan dan bersifat mengeras yang menambah kekuatan jika bereaksi dengan air, oleh karena itu abu serbuk kayu dapat dijadikan sebagai *filler* (Zulhazli, 2018). Abu serbuk kayu berguna untuk mengisi rongga-rongga dalam campuran beraspal dan sifat saling mengunci dikarenakan abu serbuk kayu memiliki ukuran butir yang sangat halus lolos saringan No.200.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh abu serbuk kayu pada campuran aspal panas *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) ditinjau dari karakteristik *Marshall*, diharapkan dengan bahan ini sebagai *filler* mampu memenuhi kualitas campuran aspal dan juga sekaligus salah satu langkah penanganan pengurangan limbah pabrik kayu yang berpotensi merusak lingkungan.

Rumusan masalah

1. Berapa nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dan nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan pada komposisi campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) ?

Tujuan penelitian

1. Menentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dan nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan pada Komposisi campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC).
2. Mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*).

Batasan Masalah

1. Bahan tambah yang digunakan adalah abu serbuk kayu yang sering digunakan sebagai *filler* dengan spesifikasi lolos saringan No.200 sebesar tidak kurang dari 75%.

2. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70.
3. Aspal campuran jenis lataston lapis aus (HRS-WC) menggunakan Spesifikasi Bina Marga 2018.
4. Kumpulan abu serbuk kayu yang digunakan dalam keadaan kering.

Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dengan menggunakan abu serbuk kayu sebagai *filler* mampu meningkatkan kualitas konstruksi lapis perkerasan, dan diharapkan dapat direkomendasikan sebagai bahan pengisi pada perkerasan lentur jalan raya

TINJAUAN PUSTAKA

Abu serbuk kayu

Abu serbuk kayu merupakan hasil pembakaran dari penggergajian kayu. Jenis serbuk kayu yang dihasilkan merupakan campuran dari berbagai kumpulan jenis kayu dimana abu serbuk kayu terlebih dahulu dikeringkan untuk mengurangi kadar air supaya memudahkan dalam proses pembakaran. Proses pembakaran tersebut dilakukan secara manual dimana serbuk kayu dimasukkan ke dalam drum besi dalam keadaan tertutup dilakukan pembakaran untuk menghasilkan abu serbuk kayu. Kemudian hasil pembakaran abu serbuk gergaji tersebut dilakukan penyaringan pada saringan No.200 untuk diperoleh ukuran butir yang halus (Chrismunandar, 2013).

Perkerasan jalan

Menurut Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen, dan tanah liat. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas 3 macam, yaitu: Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dan Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*).

Lapis tipis aspal beton (Lataston)

Lataston yang selanjutnya disebut *Hot Rolled Sheet* (HRS) merupakan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) yang bergradasi senjang. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas (Sukirman, 2003). Sesuai dengan fungsinya, lataston mempunyai dua macam campuran, yaitu:

1. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC). Tebal minimum HRS-WC adalah 3 cm.
2. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base). Tebal minimum HRS-Base adalah 3,5 cm.

Ketentuan mengenai sifat-sifat dari campuran Lataston (HRS) dengan aspal Pen 60/70 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan sifat-sifat campuran lataston

Sifat-sifat Campuran	Lataston		
	HRS WC	HRS Base	
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan per bidang			50
Rongga dalam campuran (%)	Min	4,0	
	Maks	6,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min		68
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min		600
Pelelehan (mm)	Min		3
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min		250
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60oC	Min		90

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga (2018)

Aspal

Aspal merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang temperatur ruang berbentuk padat, jika dipanaskan suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi cair sehingga dapat

membungkus partikel agregat yang ada pada waktu pembuatan campuran aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan. Jika temperatur mulai menurun aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran total, atau 10-15% berdasarkan volume campuran total (Sukirman 2003).

Terdapat bermacam-macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran agregat aspal, antara lain 40/50, 60/70, 80/100. Dalam pemilihan jenis aspal yang akan digunakan pada daerah yang beriklim panas sebaiknya aspal dengan indeks penetrasi yang rendah, dalam rangka mencegah aspal menjadi lebih kaku dan mudah pecah (*brittle*). Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70 (Sukirman, 2003).

Agregat

Agregat adalah suatu kombinasi dari pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran beton aspal. Proporsi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) didasarkan kepada spesifikasi dan gradasi yang tersedia. Jumlah agregat di dalam campuran aspal biasanya 90% sampai 95% dari berat, atau 75% sampai 85% dari volume. Agregat dapat diperoleh secara alami atau buatan. Agregat yang terjadi secara alami adalah pasir, kerikil, dan batu (Sukirman, 2003)

Kebanyakan agregat memerlukan beberapa proses seperti dipecah, dicuci sebelum agregat tersebut bisa digunakan dalam campuran aspal. Shell, (1990) mengelompokkan *aggregate* menjadi 3 (tiga), yaitu:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan material yang tertahan pada saringan No.4 (4,75 mm). Agregat kasar untuk campuran aspal terdiri dari material bersih, keras, awet yang bebas dari kotoran. Fungsi agregat kasar pada aspal panas jenis HRS (*Hot Rolled Sheet*) adalah memberikan kepadatan untuk campuran.

2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan agregat yang terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah lolos saringan No.4 (7,75 mm). Agregat halus dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci (*interlocking*) dari agregat kasar serta mengurangi rongga-rongga udara dalam campuran.

3. Filler

Bahan pengisi (*filler*) merupakan agregat halus yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) minimum 75%, bersifat non plastis yang diperlukan untuk mendapatkan suatu gradasi rapat. Bahan pengisi dapat berupa semen, kapur, abu batu, maupun abu serbuk kayu.

Tujuan awal *filler* adalah mengisi rongga dalam campuran VIM, tidak hanya oleh bitumen tetapi material yang lebih murah. Pada kadar aspal konstan, penambahan *filler* akan memperkecil VIM. Dalam perkembangan selanjutnya, terbukti bahwa *filler* tidak hanya mengganti fungsi bitumen mengisi rongga, tetapi juga memperkuat campuran (Suhendra, 2014).

Persyaratan gradasi agregat gabungan campuran Lataston Lapis Aus (*Hot Rolled Sheet–Wearing Course*) umumnya harus berada dalam batas spesifikasi yang disyaratkan, seperti pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Gradasi agregat campuran aspal HRS-WC

Ukuran Saringan (mm)	Berat yang Lolos (%)
3/4"	100
1/2"	90-100
3/8"	75-85
No. 8	50-72
No. 30	35-60
No. 200	6-10

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga (2018)

Campuran beraspal panas

Perencanaan campuran mencakup kegiatan pemilihan dan penentuan proporsi material untuk mencapai sifat-sifat akhir dari campuran aspal yang diinginkan. Tujuan dari perencanaan campuran aspal adalah untuk mendapatkan

campuran efektif dari gradasi agregat dan aspal yang akan menghasilkan campuran aspal yang memiliki sifat-sifat campuran, yaitu: stabilitas, *fleksibilitas*, durabilitas, *impermeability*, pemadatan, temperatur, dan *workability* (Asphalt Institute, 1993).

METODE PENELITIAN

Umum

Metode penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium yaitu menganalisis penggunaan abu serbuk kayu sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam lapisan Lataston Lapis Aus HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*). Dalam penelitian di laboratorium diadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap proporsi campuran Lataston Lapis Aus yang memenuhi spesifikasi data yang dihasilkan digunakan untuk perancangan campuran, selanjutnya dibuat benda uji untuk dilakukan uji *Marshall* sehingga diketahui karakteristik campuran.

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini menggunakan material agregat kasar dan agregat halus yang diambil dari Desa Tajah Antang, Kecamatan Rungan, Kabupaten Gunung Mas, Provinsi Kalimantan Tengah, sedangkan abu serbuk kayu diambil dari pihak instansi yang terkait. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2020 sampai bulan November 2020 yang bertempat di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.

Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 48 buah. Benda uji tersebut dibagi dalam 2 (dua) kali percobaan. Percobaan pertama, dibuat 15 briket/benda uji yang terdiri dari masing – masing 3 komposisi. Dan diuji 3 komposisi tersebut diambil 1 komposisi terbaik kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk kemudian didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Percobaan kedua, Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat

pada percobaan pertama dipergunakan sebagai kadar aspal untuk memuat 9 buah briket/benda uji, yang terdiri dari 3 variasi kadar abu serbuk kayu terhadap berat total agregat yang diperoleh dari Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan persentase 1,5%, 3% dan 4,5%. Tiap variasi persentase abu serbuk kayu dibuat 3 buah briket/benda uji.

Tahap penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan bahan dan alat.
2. Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan, gradasi, keausan.
3. Penentuan proporsi campuran terhadap total agregat dengan menggunakan metode diagonal, dan *trial and error* yaitu proporsi batu pecah sebagai agregat kasar serta abu batu sebagai agregat halus.
4. Penentuan komposisi proporsi campuran, untuk memperoleh komposisi pada proporsi campuran terbaik.
5. Variasi kadar aspal yang digunakan sebanyak 5 (lima) variasi untuk memperoleh kadar aspal optimum, masing -masing 3 (tiga) benda uji.
6. Pembuatan dan persiapan benda uji meliputi pemanasan, pencampuran dan pemadatan sesuai prosedur pengujian campuran.
7. Pengujian benda uji dengan *Marshall Test*.
8. Analisis data hasil *Marshall Test*.
9. Melakukan pembahasan dan kesimpulan hasil penelitian.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perencanaan campuran

Perencanaan campuran menggunakan metode *Asphalt Institute* yaitu perhitungan penggabungan agregat menggunakan cara *Trial and Error II* (Komposisi III). Adapun komposisi Campuran dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi campuran

Kode Sampel A	Berat Total Agregat 1200 gram				Berat Total Agregat	Variasi Kadar Aspal (%)				
	Agregat Kasar Batu Pecah (CA)		Agregat Halus Abu Batu (FA)			6	6,5	7	7,5	8
	%	gram	%	gram	Berat Kadar Aspal Terhadap Total Campuran					
	34	408	66	792	gram	gram				
				1200	76,60	83,42	90,32	97,30	104,35	

Sumber: Hasil perhitungan (2020)

Dari hasil perhitungan Tabel 3 diatas, hasil nilai gabungan yang akan digunakan adalah *Trial and Error II* (Komposisi III) dengan proporsi agregat kasar 34% dan agregat halus 66% serta variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%. Sebelumnya komposisi III ini lolos saringan No.200 sebesar 5,38% dibawah spesifikasi antara 6%-10% dan cara ini yang akan digunakan sebagai komposisi campuran pada pembuatan benda uji untuk mendapatkan nilai KAO yang terbaik dari Parameter *Marshall* pada komposisi campuran tersebut.

Pengujian marshall

Pembuatan briket/benda uji mengikuti prosedur pada SNI 06-2489-1991. Hasil dari pengujian *Marshall* pada komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 4.

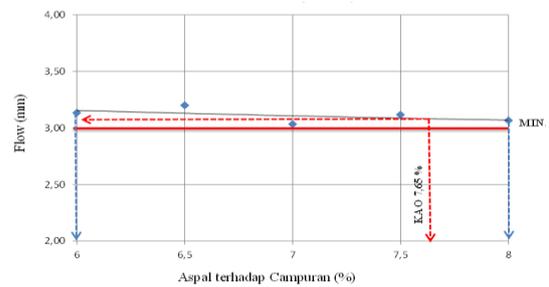
Tabel 4. Hasil pengujian parameter karakteristik *Marshall*

Kadar Aspal (%)	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>				
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)
6	696,20	3,13	6,91	65,07	222,63
6,5	737,44	3,20	6,25	70,35	230,60
7	750,30	3,03	5,35	75,04	247,43
7,5	780,31	3,12	4,75	78,48	250,63
8	791,30	3,07	4,23	81,41	258,33
Spesifikasi	600	≥3	4 – 6	≥ 68	≥250

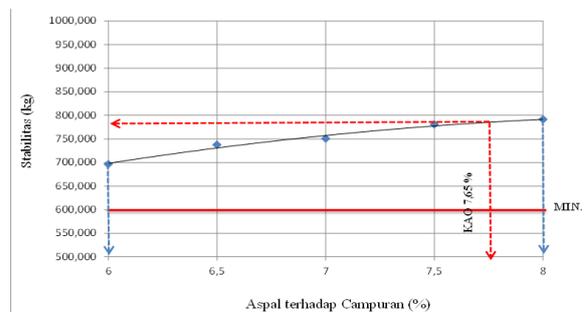
Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Dari hasil pengujian karakteristik *Marshall* diatas menunjukkan bahwa kadar aspal 7,5% dan 8% memenuhi spesifikasi terhadap semua parameter *Marshall*, sedangkan kadar aspal 6%, 6,5%, dan 7% beberapa parameter *Marshall* tidak memenuhi spesifikasi.

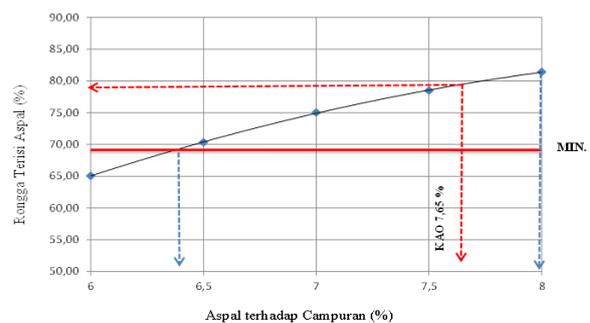
Berdasarkan pengujian *Marshall* pada Tabel 4 diperoleh grafik hubungan parameter *Marshall* terhadap variasi kadar aspal (Gambar 1 s/d Gambar 6) yang memenuhi spesifikasi terhadap variasi kadar aspal.



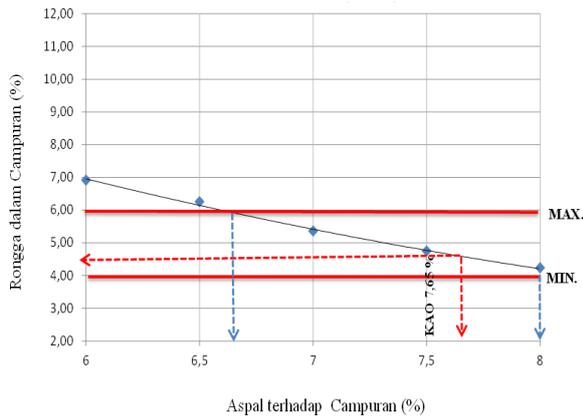
Gambar 1. Grafik hubungan stabilitas terhadap variasi kadar aspal



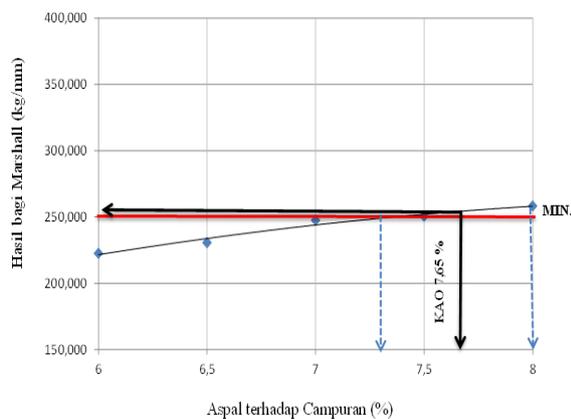
Gambar 2. Grafik hubungan flow terhadap variasi kadar aspal



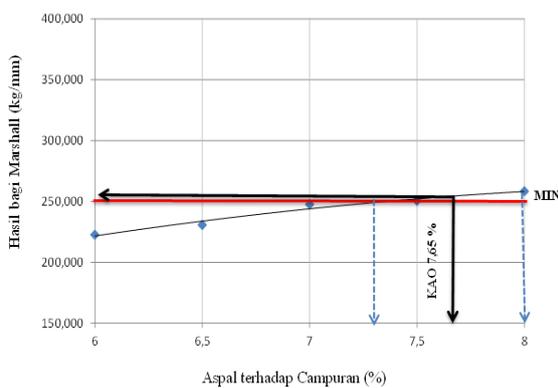
Gambar 3. Grafik hubungan rongga udara dalam campuran (VIM) terhadap variasi kadar aspal.



Gambar 4. Grafik hubungan rongga terisi aspal (VFB) terhadap variasi kadar aspal



Gambar 5. Grafik hubungan nilai hasil bagi Marshall terhadap variasi kadar aspal



Gambar 6. Grafik hubungan nilai parameter Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil evaluasi sifat karakteristik *Marshall* menunjukkan bahwa rentang kadar aspal 7,30% hingga 8% campuran memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Berdasarkan rentang tersebut diambil nilai tengah rentang yaitu 7,65% sebagai nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai parameter karakteristik *Marshall* pada kadar aspal optimum

Komposisi Campuran	KAO %	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>				
		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (Kg/mm)
I	7,65	1108,01	4	4,45	80,15	275
Spesifikasi		600	≥3	4 – 6	≥68	≥250

Sumber: Hasil perhitungan (2020)

Dari hasil nilai perhitungan pada Tabel 5, semua komposisi memenuhi Spesifikasi untuk campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-WC*). Setelah diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), selanjutnya dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah abu serbuk kayu dengan variasi kadar bahan tambah yang sudah direncanakan dan dengan komposisi agregat yang sama dengan KAO.

Hasil dari pengujian Parameter Karakteristik *Marshall* pada percobaan *Marshall* pada campuran dengan variasi persentase bahan tambah abu serbuk kayu dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Hasil pengujian karakteristik *Marshall* dengan bahan tambah abu serbuk kayu

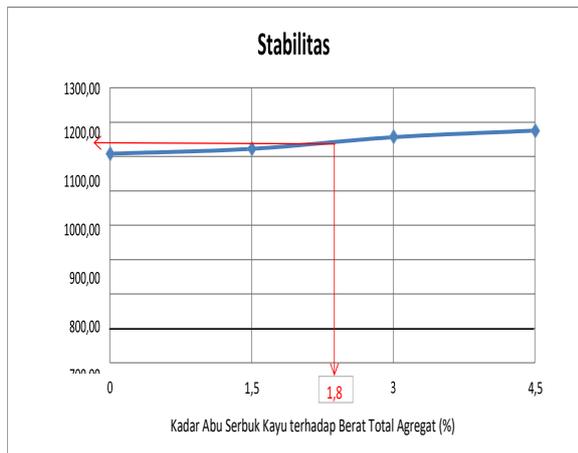
Kadar Abu Serbuk Kayu Terhadap Berat Total Agregat (%)	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>				
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/m)
0	1108,01	4	4,45	80,15	275
1,5	1122,46	4,10	4,40	80,45	273,82
3	1156,18	4,13	3,83	82,55	279,76
4,5	1175,45	4,20	3,39	84,29	279,98
Spesifikasi	600	≥3	4 - 6	≥68	≥250

Sumber: Hasil perhitungan (2020)

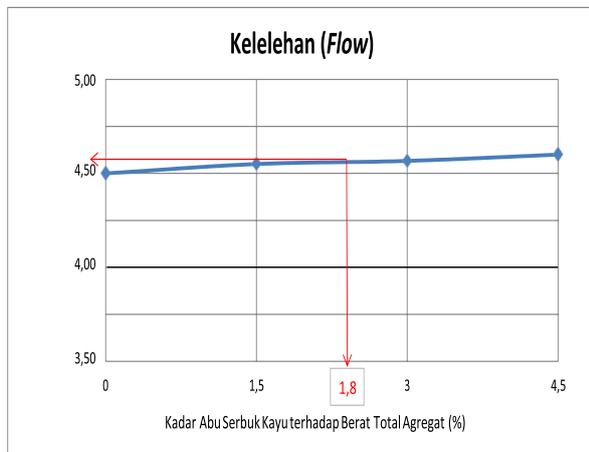
Dari hasil pengujian karakteristik *Marshall* menunjukkan bahwa pada penambahan abu serbuk kayu ke dalam campuran pada persentase 1,5% terhadap berat total agregat, campuran aspal tersebut sudah memenuhi Spesifikasi Parameter *Marshall* pada Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018). Sedangkan untuk penambahan abu serbuk kayu 3% dan 4,5%, nilai parameter karakteristik *Marshall* dari

rongga dalam campuran (VIM) tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018) yaitu nilai rongga dalam campuran (VIM) sebesar 4% - 6%.

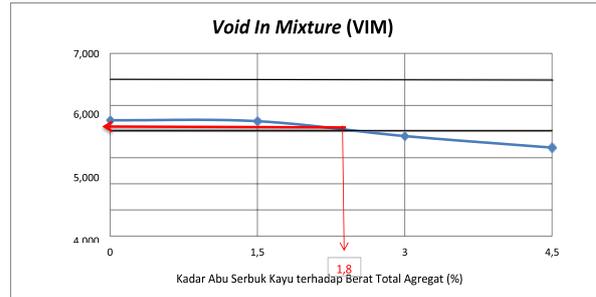
Berdasarkan hasil *Marshall* pada Tabel 6 penambahan kadar abu serbuk kayu tersebut diambil nilai Kadar abu serbuk kayu Optimum dari nilai Parameter *Marshall* yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi. Parameter Karakteristik *Marshall* campuran aspal yang menggunakan abu serbuk kayu sebagai bahan tambah terhadap berat total agregat yang terdapat pada Tabel 5 dibuat grafik hasil hubungan yang terdapat pada (Gambar 7 s/d Gambar 12) untuk mendapatkan rentang batasan kadar abu serbuk kayu maksimum yang telah direncanakan sebagai berikut:



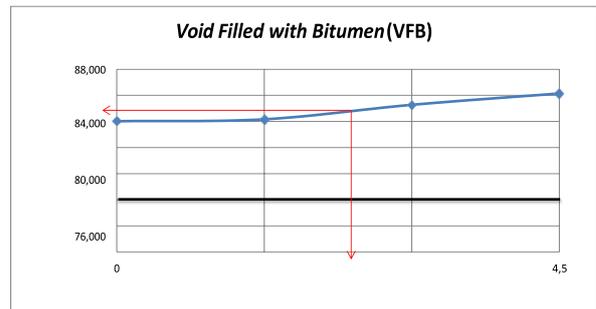
Gambar 7. Grafik hubungan stabilitas terhadap variasi penambahan kadar abu serbuk kayu



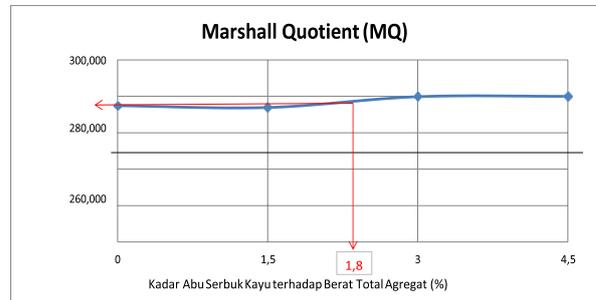
Gambar 8. Grafik hubungan kelelahan (*flow*) terhadap variasi penambahan kadar abu serbuk kayu



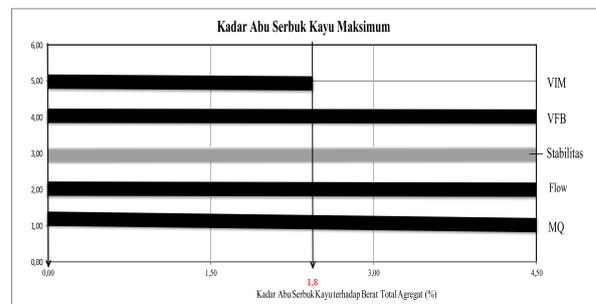
Gambar 9. Grafik hubungan rongga udara dalam campuran (VIM) terhadap variasi penambahan kadar abu serbuk kayu



Gambar 10. Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Penambahan Kadar abu serbuk kayu



Gambar 11. Grafik hubungan nilai hasil bagi *Marshall* terhadap variasi penambahan kadar abu serbuk kayu



Gambar 12. Grafik hubungan nilai parameter *Marshall* penambahan kadar abu serbuk kayu terhadap persentase rentang kadar abu serbuk kayu yang memenuhi spesifikasi

Hasil evaluasi sifat karakteristik *Marshall* menunjukkan bahwa penambahan kadar abu serbuk kayu persentase 0% hingga 4,5% pada campuran rentang abu serbuk kayu yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi terdapat pada kadar abu serbuk kayu 0% hingga 1,5%. Berdasarkan rentang dari nilai parameter *Marshall* tersebut, yaitu sebesar 1,8% sehingga dapat ditetapkan sebagai Kadar abu serbuk kayu maksimum.

Dari hasil pengujian, maka dapat dilihat perbandingan Parameter Karakteristik *Marshall* antara campuran aspal tanpa abu serbuk kayu dan yang menggunakan bahan tambah abu serbuk kayu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan nilai parameter *Marshall* campuran tanpa abu serbuk kayu dan menggunakan kadar penambahan abu serbuk kayu maksimum

Komposisi Campuran	Kadar Abu Serbuk Kayu %	Parameter Karakteristik Marshall					
		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga Terisi Aspal (%)	Hasil Bagi Marshall (kg/mm)	Berat Isi (gram/cm ³)
Tanpa Abu Serbuk	0,00	1108,01	4	4,45	80,15	275	2,36
Kadar Abu Serbuk Maksimum	1,8	1175,45	4,20	4,29	84,29	279,98	2,39
Spesifikasi	-	600	≥3	4-6	≥68	≥250	

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Dari hasil Tabel 7 diatas, dapat dilihat bahwa perbandingan pada campuran dengan menggunakan bahan tambah abu serbuk kayu dapat meningkatkan nilai Parameter Karakteristik *Marshall*.

Perbandingan hasil penelitian

Beberapa studi penelitian terdahulu, yaitu pada penelitian Sugeha, dkk (2016) dan Zulfhazli, dkk (2018) terdapat kesamaan yang dikutip pada penelitian dapat dilihat perbandingan hasil penelitian pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Perbandingan hasil penelitian

	Sugeha, dkk (2016)	Sabaruddin, (2018)	Andy J.S, dkk (2020)
Judul	Penggunaan Pasir Tailing Sisa Galian Tambang Sebagai Agregat Halus Pada	Analisis Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran HRS-WC Menggunakan Bahan Tambah Abu	Pemanfaatan Abu Serbuk Hasil Penggergajian Kayu Sebagai Tambahan <i>Filler</i> Pada Campuran

Tabel 8. Lanjutan

	Sugeha, dkk (2016)	Sabaruddin, (2018)	Andy J.S, dkk (2020)
	Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i> Dengan abu serbuk kayu Sebagai Bahan Tambah (Additive)	Tambah Abu Serbuk Kayu	Campuran Perkerasan Jalan Jenis HRS-WC (<i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i>)
Tujuan Penelitian	Mengetahui seberapa besar nilai karakteristik <i>Marshall</i> dengan menggunakan pasir tailing sebagai agregat halus dan abu serbuk kayu 2%, 4%, 6%, 8% sebagai bahan tambah.	Mengetahui karakteristik menggunakan bahan tambah abu serbuk kayu 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Agregat dari Ex. Palu PT. Kalindra Utama, Kuala Kurun.	Mengetahui Pengaruh karakteristik menggunakan bahan tambah abu serbuk kayu 1,5%, 3%, dan 4,5% Agregat dari <i>Tajah Antang</i> Kabupaten Gunung Mas
Analisis	Spesifikasi Bina Marga revisi 3 2010 metode pengujian cara Laboratorium	Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 (2014) metode pengujian cara <i>Marshall</i>	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 metode pengujian cara <i>Marshall</i>
Hasil	Penambahan abu serbuk kayu 2%, 4%, 6% dan 8% terhadap KAO mampu meningkatkan nilai stabilitas campuran <i>split mastic asphalt</i> .	Penambahan abu serbuk kayu 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap berat aspal KAO hasil parameter <i>Marshall</i> memenuhi spesifikasi, terkecuali VIM pada penambahan kadar abu serbuk kayu sebesar 8% dan 10%.	Penambahan Abu Serbuk Kayu 1,5%, 3%, 4,5% terhadap berat total agregat memenuhi spesifikasi tetapi pada kadar abu serbuk kayu 3% dan 4,5% ada nilai parameter <i>Marshall</i> yang tidak memenuhi spesifikasi.

Sumber: Penulis (2020)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Material penyusun dalam perencanaan campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (analisis saringan), berat jenis dan penyerapan, serta keausan agregat kasar memenuhi persyaratan spesifikasi,

sedangkan abu serbuk kayu yang digunakan sebagai tambahan *filler* telah memenuhi spesifikasi lolos saringan 200.

2. Komposisi yang dihasilkan dalam perencanaan campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) terdiri dari 34% agregat kasar (batu pecah) dan 66 % agregat halus (abu batu) dengan nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7,65% dan variasi penambahan *filler* berupa abu serbuk kayu 1,5%, 3%, dan 4,5%.
3. Kadar penambahan *filler* maksimum dalam campuran adalah sebesar 1,8%.
4. Nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan tanpa tambahan *filler* adalah sebesar
 - a. Stabilitas sebesar ; 1108,01 Kg
 - b. *Flow* sebesar ; 4 mm
 - c. VIM sebesar ; 4,45%
 - d. VFB sebesar ; 80,15%
 - e. MQ sebesar ; 275 Kg/mm
 - f. Berat isi sebesar ; 2,36 gram/cm³

Sementara itu nilai karakteristik *Marshall* pada tambahan *filler* maksimum 1,8% sebesar

 - a. Stabilitas sebesar ; 1175,45 Kg
 - b. *Flow* sebesar ; 4,20 mm
 - c. Vim sebesar ; 4,29%
 - d. VFB sebesar ; 84,29%
 - e. MQ sebesar ; 279,98 Kg/mm
 - f. Berat isi sebesar ; 2,39 gram/cm³
5. Penambahan *filler* maksimum memberikan pengaruh terhadap naiknya nilai stabilitas sebesar 5,7% dengan nilai stabilitas sebesar 67,44 Kg dan memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai rongga dalam campuran (VIM) sebesar 0,16%.

Saran

Setelah melakukan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini bisa dikembangkan kembali dengan menggunakan Agregat dari lokasi yang berbeda khususnya di Kalimantan Tengah untuk meningkatkan potensi Sumber Daya Alam yang ada.
2. Campuran abu serbuk kayu yang akan ditambahkan pada campuran aspal dan agregat, harus sesuai dengan spesifikasi yang digunakan agar dapat diharapkan abu serbuk kayu tercampur merata (lolos saringan 200)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018, *Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Devisi 6 Kementerian Pekerjaan Umum Indonesia*.
- Asphalt Institute. (1993). *Mix Design Methods for asphalt Concrete and other Hot Mix Types*, Manual Series no 2 (MS-2). 5 Edition, Lexington, Kentucky, USA.
- Chrismunandar, (2013). *Uji Kandungan Abu Hasil Pembakaran Bahan Organik*, [Http://Mycaffelatteblog.Wordpress.Com/2013/06/02/44/](http://Mycaffelatteblog.Wordpress.Com/2013/06/02/44/) diunduh Tanggal 23 November 2013.
- Shell Bitumen, (1990). *Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen, England.
- Suhendra, D. (2014). *Pengaruh Variasi Temperatur pada Proses Pencampuran Terhadap Campuran Aspal Panas (Asphalt Hotmix)*, Unlam. Lampung.
- Sukirman, Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Grafika Yuana Marga : Bandung.
- Zulhazli, (2018). *Analisis Karakteristik Marshall Campuran HRS-WC Menggunakan Bahan Tambah Abu Serbuk Kayu*. Unsyiah. Banda Aceh.