

KAJIAN PENGARUH ABU BATU KAPUR SEBAGAI PENGGANTI *FILLER* PADA CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)*

Jhoniko Melodi¹, Robby², dan Salonten³

¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
E-mail: Jhonikomelodi94@gmail.com, robbykalteng.rk@rocketmail.com, dan
salonten@jts.upr.ac.id/HP.+6285347216186

ABSTRAK

Kebutuhan akan material perkerasan jalan, terutama pasir, semakin meningkat seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Kalimantan Tengah. Karena itu perlu adanya material alternatif pasir yang dapat digunakan untuk kebutuhan pembangunan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pasir dan abu batu kapur dari Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau dan dari Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas apakah memenuhi persyaratan atau spesifikasi yang telah ditentukan, sehingga dapat digunakan sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*. Perencanaan campuran menggunakan metode Asphalt Institute. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batu kapur sebagai pengganti *filler* pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*. dibuat dua komposisi campuran dengan masing-masing 5 variasi kadar aspal. Komposisi I (tanpa bahan pengganti *filler*), Komposisi II (menggunakan pengganti *filler*). Berdasarkan hasil tes Marshall untuk Komposisi I diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,35%, stabilitas 1250 kg, VMA 21 %, rongga dalam campuran (VIM) 4,03 %, rongga terisi aspal (VFB) 80,15 % dan hasil bagi Marshall 390,100 kg/mm. Komposisi II diperoleh nilai Kadar Pengganti *Filler* Optimum sebesar 7,40%, stabilitas 1385 kg, VMA 21,15%, rongga dalam campuran (VIM) 3,90%, rongga terisi aspal (VFB) 82% dan hasil bagi Marshall 320,500 kg/mm.

Kata kunci: lapis tipis aspal beton, abu batu kapur, kadar aspal optimum.

ABSTRACT

The need for road pavement materials, especially sand, is increasing along with the many road constructions in Central Kalimantan. Therefore, there needs to be an alternative material of sand that can be used for the development needs. This study aims to find out if the sand and limestone ash from Bawan Village, Pulang Pisau Regency and from districts Kurun Gunung Mas Regency meet the requirements or specifications that have been determined, so that it can be used as an aggregate in a mixture of Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC). Mixed planning using the Asphalt Institute method.). To find out the effect of using limestone ash instead of fillers on the hot rolled sheet wearing course (HRS-WC) mixture. made two compositions of mixtures with 5 variations of asphalt content each. Composition I (without filler replacement material), Composition II (using filler replacement). Based on marshall test results for Composition I obtained Optimum Asphalt Content (KAO) value of 7.35%, stability of 1250 kg, VMA of 21%, cavity in mixture (VIM) of 4.03%, asphalt filled cavity (VFB) of 80.15% and yield for Marshall of 390.100 kg/mm. Composition II obtained optimum *filler* replacement rate of 7.40%, stability of 1385 kg, VMA of 21.15%, cavity in mixture (VIM) of 3.90%, asphalt filled cavity (VFB) of 82% and yield for Marshall of 320,500 kg/mm.

Keywords: thin layer of concrete asphalt, limestone ash, optimum asphalt content.

PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang termasuk dalam provinsi terluas di Indonesia. Untuk membangun provinsi Kalimantan Tengah ini supaya dalam pembangunannya merata, pemerintah memprioritaskan infrastruktur pembangunan pada bidang perhubungan dengan membuat prasarana transportasi khususnya jalan, sehingga jalan dapat berfungsi dalam perkembangan pembangunan di suatu daerah.

Kebutuhan akan material perkerasan jalan, terutama batu dan pasir, semakin meningkat seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Kalimantan Tengah, Untuk mengatasi hal tersebut kita dituntut untuk mencari sumber daya material lain, dengan sumber daya yang ada di sekitar. Dengan memanfaatkan bahan material yang tersedia seperti pasir limbah tambang emas masyarakat yang terdapat di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) Kahayan, khususnya di Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau, pasir limbah tambang emas tersebut merupakan sedimen hasil buangan tambang emas masyarakat di daerah aliran sungai yang berupa pasir yang muncul ke permukaan air sungai yang mengakibatkan terjadinya pendangkalan daerah aliran sungai yang menimbulkan permasalahan bagi lingkungan di daerah tersebut. Seperti yang kita ketahui pasir sungai sangat bersih dan tidak mengandung *filler*, karena tercuci oleh derasnya aliran sungai. Oleh karena itu, pasir dari Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau perlu penambahan *filler*. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah batu kapur dari Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas sebagai bahan pengisi (*Filler*).

Kabupaten Gunung Mas dan Kabupaten Pulang Pisau secara umum memiliki daerah pemukiman baik di perkotaan maupun diperdesaan, dengan kondisi jalan banyak yang belum diperkeras menggunakan jenis perkerasan yang sesuai dengan volume lalu lintas yang semakin meningkat. Jika digunakan dengan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*, sebagai campuran perkerasan jalan di Kabupaten Gunung Mas dan Kabupaten Pulang Pisau, maka dapat dipertimbangkan untuk memanfaatkan abu batu kapur sebagai *filler* dan pasir lokal sebagai bahan pembentuk utama dan aspal sebagai bahan pengikat.

Natalia (2019) dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisis Penggunaan Pasir Limbah Tambang Emas Dari Desa Goha Dan Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau Sebagai Agregat Pada Campuran *Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*”, Berdasarkan hasil tes Marshall untuk Komposisi A diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,850%, stabilitas 260 kg, flow 2,889 mm, rongga dalam campuran (VIM) 5 %, rongga terisi aspal (VFB) 77 % dan hasil bagi Marshall 88,750 kg/mm. Komposisi B diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,774%, stabilitas 290 kg, *flow* 2,867 mm, rongga dalam campuran (VIM) 4,714%, rongga terisi aspal (VFB) 78% dan hasil bagi Marshall 98,571 kg/mm.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka perlu untuk meneliti lebih jauh tentang penggunaan Abu Batu Kapur dari Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas sebagai bahan pengisi (*filler*) pada Pasir Limbah Tambang Emas Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* memenuhi persyaratan spesifikasi.
2. Bagaimana komposisi *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* yang dihasilkan.
3. Berapa nilai kadar aspal optimum (KAO) dan nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dari nilai kadar aspal optimum (KAO) pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
4. Berapa nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dengan menggunakan bahan pengisi (*filler*) Abu Batu Kapur dengan variasi kadar bahan pengganti 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% terhadap berat *filler* yang diperoleh dari berat total agregat.
5. Berapa kadar bahan pengganti optimum dari campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dari variasi kadar bahan pengganti yang diteliti.

Tujuan penelitian :

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Mengetahui sifat-sifat fisik agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
2. Mengetahui proporsi dari komposisi yang digunakan pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
3. Menentukan nilai kadar aspal optimum (KAO) serta nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dari nilai kadar aspal optimum (KAO) pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
4. Mengetahui nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dengan menggunakan bahan pengisi (*filler*) Abu Batu Kapur dengan variasi kadar bahan pengganti yang direncanakan.
5. Mengetahui kadar bahan pengganti optimum dari campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dari variasi kadar bahan pengganti yang diteliti.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini di lokasi Laboratorium Rekayasa Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah dengan objek penelitian Abu Batu Kapur dari Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas sebagai bahan pengisi (*filler*) pada Pasir Limbah Tambang Emas Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*.

Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Abu batu kapur
Abu batu kapur dari Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas.
2. Agregat halus
Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Desa Bawan dan telah memenuhi persyaratan tes laboratorium.
3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang berasal. Palu pada *stockfile* yang berada di *Asphalt Mixing Plant (AMP)* PT. Kalindra Utama Jalan Trans Kalimantan Palangka Raya-Kuala Kurun Desa Bahu Palawa Kabupaten Pulang Pisau dan telah memenuhi persyaratan tes laboratorium.

4. Aspal yang digunakan sebagai bahan pegikat dalam penelitian ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sifat-sifat Fisik Agregat

Pengujian sifat-sifat fisik agregat terdiri dari pengujian gradasi agregat, pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian keausan (abrasi) agregat kasar dan pengujian kadar lempung agregat halus (*sand equivalent*).

Pemeriksaan gradasi agregat kasar, abu batu dan pasir dilakukan dengan uji analisa saringan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Analisa Saringan Masing-masing Agregat

No. Saringan		Persentase Lolos Saringan (%)		
		Eks. Palu		Eks. Bawan
Inch	mm	Agregat Kasar (CA)	Abu Batu (FA)	Pasir (SA)
#3/4	19	100,00	100,00	100,00
#1/2	12,7	76,20	100,00	100,00
#3/8	9,5	32,07	100,00	100,00
No.8	2,36	6,17	83,43	99,97
No.30	0,60	2,72	55,53	86,37
No.200	0,075	0,51	15,10	3,00

Sumber: Hasil Pemeriksaan (2020)

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yang berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus, pemeriksaan keausan (Abrasi) agregat kasar dan pemeriksaan kadar lempung (*sand equivalent*) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Masing-masing Agregat

Pemeriksaan	Eks. Palu		Pasir Bawan
	Agregat Kasar	Abu Batu	
Berat Jenis (gram/cm ³)	3,161	2,530	2,564
Berat Jenis Kering Permukaan / SSD (gram/cm ³)	3,211	2,578	2,627
Berat Jenis Semu (gram/cm ³)	3,332	2,657	2,736
Penyerapan (%)	1,570	1,903	2,460
Keausan / Abrasi (%)	23,450	-	-
Sand Equivalent (%)	-	-	93,57

Sumber: Hasil Pemeriksaan (2020)

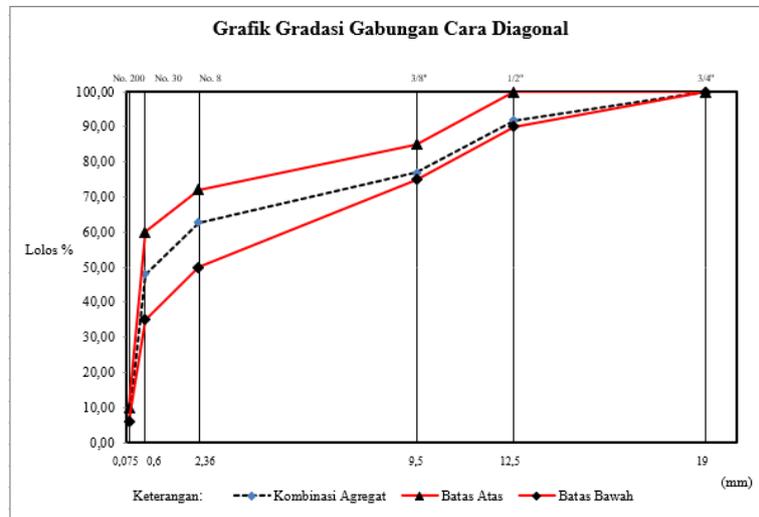
Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran menggunakan metode *Asphalt Institute* dan perhitungan penggabungan agregat menggunakan cara diagonal.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Diagonal

No. Saringan		Agregat Kasar (CA)		Abu Batu (FA)		Pasir (SA)		Total Kombinasi	Spesifikasi
inch	mm	100%	34%	100%	32%	100%	34%		
#3/4	19,0	100,00	34,00	100,00	32,00	100,00	34,00	100,00	100
#1/2	12,7	76,20	25,91	100,00	32,00	100,00	34,00	91,91	90-100
#3/8	9,5	32,07	10,90	100,00	32,00	100,00	34,00	76,90	75-85
No.8	2,36	6,17	2,10	83,43	26,70	99,97	33,99	62,78	50-72
No.30	0,600	2,72	0,92	55,53	17,77	86,37	29,36	48,06	35-60
No.200	0,075	0,51	0,17	15,10	4,83	3,00	1,02	6,03	6-10

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)



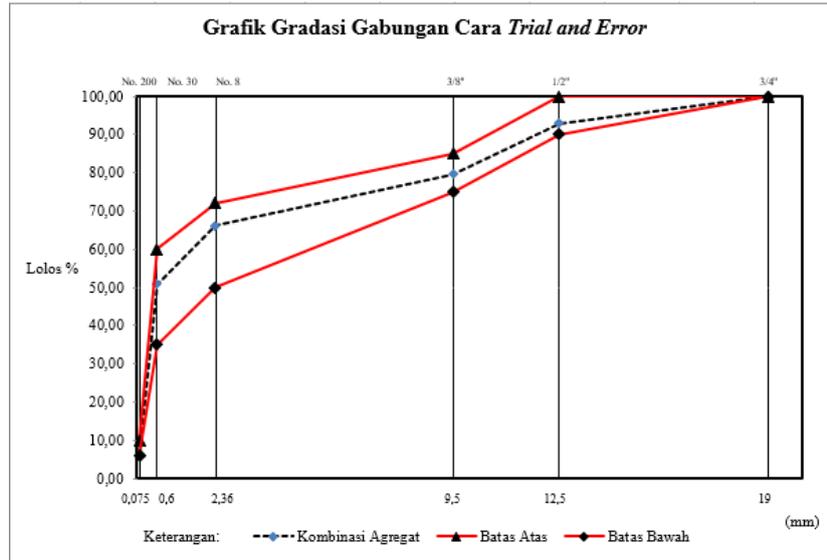
Gambar 1. Grafik Gradasi Gabungan Cara Diagonal

Selanjutnya hasil perhitungan komposisi gradasi agregat gabungan dengan cara diagonal yang sudah diperoleh dikontrol menggunakan cara coba-coba (*Trial and Error*). Hasil perhitungan untuk proporsi campuran cara coba-coba (*Trial and Error*) dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini,

Tabel 4. Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara *Trial and Error*

No. Saringan		Agregat Kasar (CA)		Abu Batu (FA)		Pasir (SA)		Total Kombinasi	Spesifikasi
Inch	Mm	100%	30%	100%	34%	100%	36%		
#3/4	19,0	100,00	30,00	100,00	34,00	100,00	36,00	100,00	100
#1/2	12,7	76,20	22,86	100,00	34,00	100,00	36,00	92,86	90-100
#3/8	9,5	32,07	9,62	100,00	34,00	100,00	36,00	79,62	75-85
No.8	2,36	6,17	1,85	83,43	28,37	99,97	35,99	66,21	50-72
No.30	0,600	2,72	0,82	55,53	18,88	86,37	31,09	50,79	35-60
No.200	0,075	0,51	0,15	15,10	5,13	3,00	1,08	6,37	6-10

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)



Gambar 2. Grafik Gradasi Gabungan Cara *Trial and Error*

Hasil perhitungan komposisi campuran berdasarkan cara diagonal dan cara coba-coba (*Trial and Error*) memenuhi persyaratan gradasi gabungan untuk komposisi campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-WC*) yang direncanakan. Komposisi campuran yang akan digunakan sebagai komposisi untuk pembuatan benda uji adalah hasil perhitungan dari cara coba-coba (*Trial and Error*) karena nilai total kombinasi cara tersebut lebih mendekati nilai *ideal spec*.

Dari hasil perhitungan komposisi campuran yang sudah didapat, nilai total kombinasi dapat digunakan untuk menentukan perkiraan kadar aspal awal. Perkiraan kadar aspal awal diperoleh dari rumus berikut, yaitu:

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

- Keterangan:
- P_b = Kadar aspal
 - CA = Agregat kasar (*Coarse Aggregate*)
 - FA = Agregat halus (*Fine Aggregate*)
 - Filler = Agregat halus lolos saringan No. 200
 - Konstanta = 2,0 - 3,0 (diambil nilai konstanta = 2,0)

Hasil perhitungan cara *Trial and Error* dapat dilihat pada Tabel 4.4 diperoleh agregat yang lolos saringan No. 8 sebesar 66,21%. Untuk nilai CA adalah agregat kasar yang tertahan saringan No. 8,

$$\text{maka nilai CA} = 100\% - 66,21\% = 33,79\%$$

Sedangkan untuk nilai FA adalah agregat halus lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200. Maka nilai FA = 100% - (%CA + % Filler)

$$= 100\% - (33,79\% + 6,37\%) \\ = 59,87\%$$

Nilai *Filler* adalah agregat halus lolos saringan No. 200. Dari hasil kombinasi diperoleh agregat yang lolos saringan No. 200 sebesar 6,37%. Maka nilai *Filler* = 6,37%

- Dengan nilai:
- CA = 33,79%
 - FA = 59,87%
 - Filler = 6,37%

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

$$P_b = (0,035 \times 33,79) + (0,045 \times 59,84) + (0,18 \times 6,37) + 2,0$$

$P_b = 7,02 \approx 7 \%$

Perhitungan kadar aspal tengah yang diperoleh mendekati nilai 7,5%, yang kemudian diurutkan dua variasi kadar aspal ke bawah dan dua variasi kadar aspal ke atas dengan interval 0,5%. Dari hasil perhitungan perkiraan kadar aspal diperoleh lima variasi kadar aspal yaitu 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%. Persentase terhadap berat total agregat yang digunakan yaitu 1200 gram.

Perhitungan berat material dan aspal dalam campuran berdasarkan proporsi yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan

Kadar Aspal 6%

- Agregat Kasar (CA) 30% = $1200 \times 30\%$ = 360 gram
- Abu Batu (FA) 34% = $1200 \times 34\%$ = 408 gram
- Pasir (SA) 36% = $1200 \times 36\%$ = 432 gram +
- Berat Total Agregat** = 1200 gram
- Aspal $6\% = \left(\frac{6}{100-6}\right) \times 1200 = 76,6$ gram

Berat Total Campuran + Aspal = 1200 gram + 76,6 gram = 1276,6 gram

Perhitungan rencana berat material dan aspal dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Rencana Komposisi Campuran

Berat Total Agregat 1200 gram						Berat Total Agregat Campuran	Variasi Kadar Aspal					Kode Sampel
Agregat Kasar		Abu Batu		Pasir			6%	6,5%	7%	7,5%	8%	
Berat Kadar Aspal Terhadap Total Campuran												
%	gram	%	gram	%	Gram	gram	Gram					
30	360	34	408	36	432	1200	76,6	83,4	90,3	97,3	104,3	I

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Tabel 6. Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall

Kadar Aspal (%)	Parameter Karakteristik Marshall					Keterangan
	Stabilitas (kg)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kN/mm)	
6	938.336	20.31	6,42	68,38	314.774	VIM Tidak Memenuhi
6,5	997.599	20.93	5,84	72,11	323.974	VIM Tidak Memenuhi
7,0	1312.183	20.97	4.53	78,51	425.664	Memenuhi
7,5	1185.266	21.39	3.66	82,88	372.558	Memenuhi
8,0	1200.666	21.84	2.82	87,10	387.768	VIM Tidak Memenuhi
Spesifikasi	> 600	> 17	3 – 5	> 68	> 250	

Sumber: Hasil Pengujian Marshall (2020)

Hasil dari pengujian Marshall I ini menunjukkan bahwa pada kadar aspal 7,0%, dan 7,5%, campuran aspal tersebut memenuhi spesifikasi terhadap semua parameter Marshall, sedangkan pada kadar aspal 6,0%, 6,5% dan 8,0% beberapa parameter Marshall pada campuran aspal tersebut tidak memenuhi spesifikasi.

Tabel 7. Rencana Komposisi Campuran dengan Variasi Persentase Abu Batu Kapur Sebagai Bahan Pengganti *Filler*

Kadar <i>Filler</i> awal		Berat Pengganti <i>Filler</i> (gram)		Berat Total Agregat (gram)	Berat Agregat (gram)			KAO		Berat Total Campuran (gram)
					Agregat Kasar	Abu Batu	Pasir			
%	Gram	%	Gram		30%	34%	36%	%	Gram	
6,37	81,64	0	0	1200	360	408	432	7,35	95,20	1295,20
6,37	81,64	6	5,21	1200	360	408	432	7,35	95,20	1295,20
6,37	81,64	7	6,14	1200	360	408	432	7,35	95,20	1295,20
6,37	81,64	8	7,10	1200	360	408	432	7,35	95,20	1295,20
6,37	81,64	9	8,07	1200	360	408	432	7,35	95,20	1295,20
6,37	81,64	10	9,07	1200	360	408	432	7,35	95,20	1295,20

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Hasil dari pengujian parameter karakteristik Marshall pada percobaan Marshall II pada campuran dengan variasi persentase abu batu kapur sebagai bahan pengganti *filler* dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

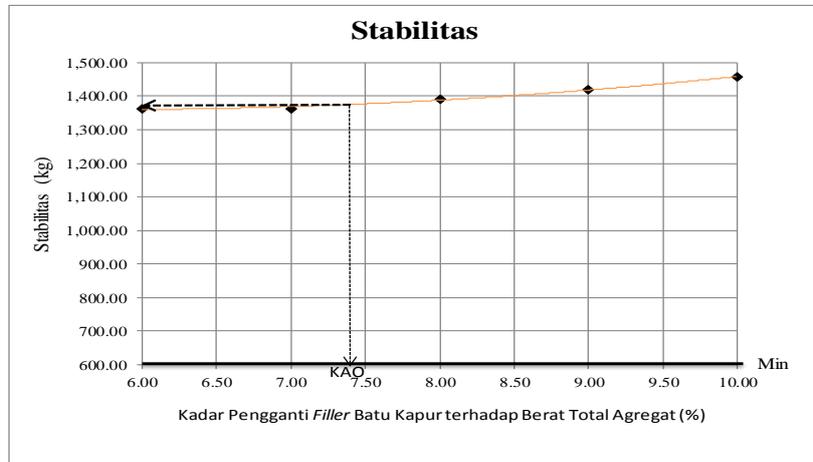
Tabel 8. Hasil Pengujian Karakteristik Marshall *Filler* sebagai bahan pengganti *Filler* terhadap berat total Agregat

Kadar Pengganti <i>Filler</i> (%)	Parameter Karakteristik Marshall					Keterangan
	Stabilitas (kg)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kN/mm)	
0	1250,00	21,20	4,03	80,15	390,100	Hasil Marshall I
6	1363,056	21,62	4,36	79,84	317,268	Memenuhi
7	1363,056	21,34	4,02	81,19	318,180	Memenuhi
8	1392,688	20,98	3,58	82,95	311,729	Memenuhi
9	1419,133	20,29	2,74	86,52	325,292	VIM Tidak Memenuhi
10	1458,005	19,89	2,25	88,71	325,568	VIM Tidak Memenuhi
Spesifikasi	> 600	> 17	3 – 5	> 68	> 250	

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

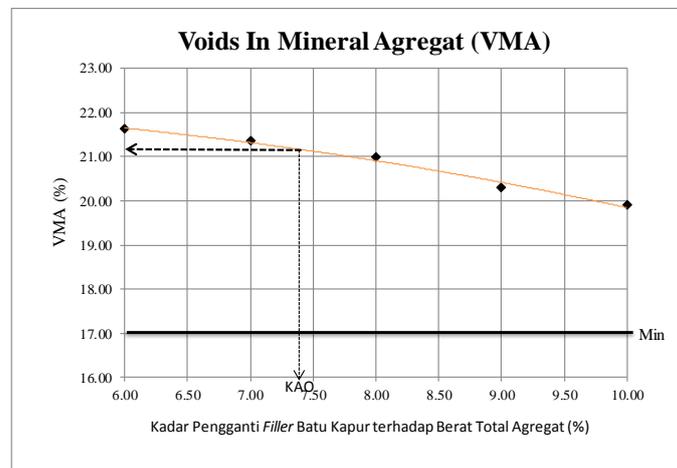
Dari hasil pengujian Marshall II ini menunjukan bahwa pada bahan pengganti *filler* dalam campuran pada persentase 6%,7% dan 8% terhadap berat total agregat, campuran kadar pengganti *filler* tersebut sudah memenuhi Spesifikasi Parameter Marshall pada Umum (2018) Revisi 2 (dua). Sedangkan untuk pengganti *filler* persentase 9% dan 10%, nilai parameter karakteristik Marshall dari rongga dalam campuran (VIM)

tidak memenuhi Spesifikasi. Nilai rongga dalam campuran (VIM) untuk persentase kadar pengganti *filler* 9% dan 10% yaitu sebesar 2,74% dan 2,25%, dibawah nilai yang disyaratkan dari Spesifikasi Umum (2018) revisi 2 (dua) yaitu nilai rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3%-5%.



Gambar 3. Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Pengganti *Filler*

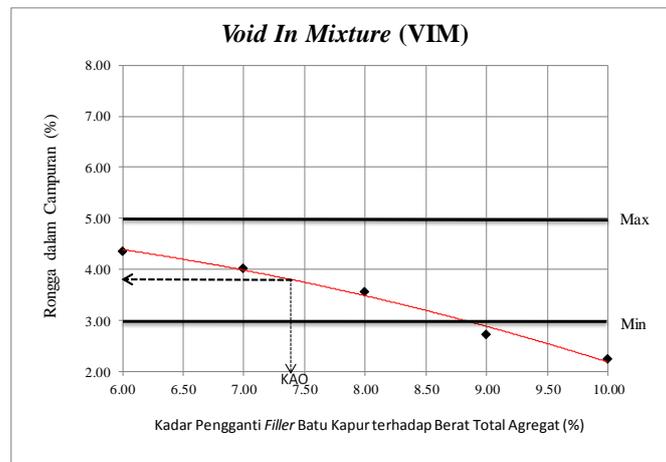
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas yang diperoleh pada percobaan Marshall II sudah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Spesifikasi Umum (2018) Revisi 2 (dua) yaitu minimal sebesar 600 kg. Semakin besar persentase pengganti kadar *filler* pada campuran aspal panas, maka nilai stabilitas yang dihasilkan akan semakin besar. Nilai stabilitas tertinggi dicapai pada variasi kadar pengganti *filler* sebesar 10% dari berat Agregat total, yaitu sebesar 1458,005 kg.



Gambar 4. Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Variasi Kadar Pengganti *Filler*

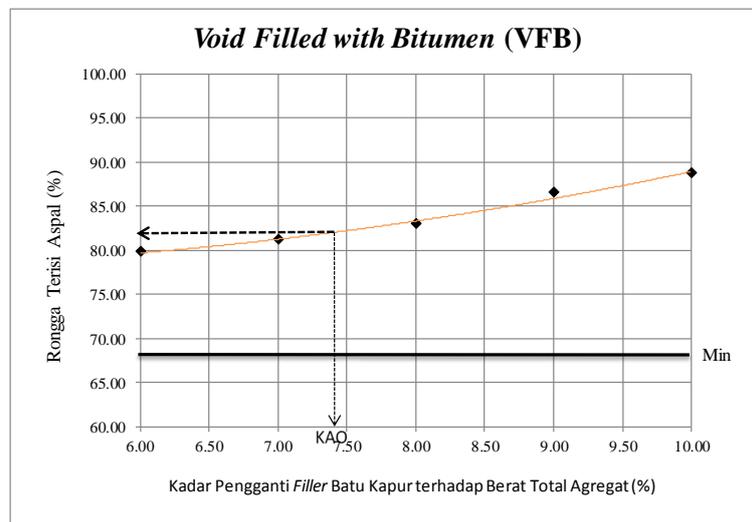
Dari gambar di atas menunjukkan bahwa nilai tertinggi rongga antar agregat (VMA) terjadi pada variasi kadar pengganti *filler* 6% yaitu sebesar 21,62% dan nilai terendah rongga antar agregat (VMA) terjadi pada kadar aspal 10% yaitu sebesar 19,89%. Nilai rongga antar agregat (VMA) pada variasi kadar pengganti *filler* berturut-turut memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga (2018) revisi 2 (dua) untuk campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.

Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (*Void In Mixture/VIM*) terhadap Variasi Pengganti filler abu batu kapur.



Gambar 5. Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Pengganti *Filler*.

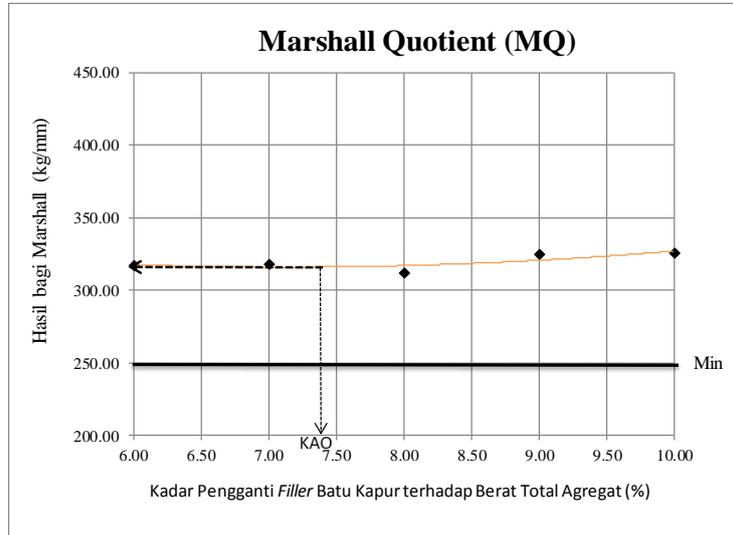
Dari Gambar 5 menunjukkan nilai rongga udara dalam campuran (VIM) yang memenuhi spesifikasi yaitu pada variasi bahan pengganti *filler* dengan persentase 6%, 7%, dan 8% yang nilainya berturut-turut yaitu 4,36%, 4,02%, 3,58%. Sedangkan untuk variasi bahan pengganti *filler* presentase sebesar 9% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi karena berada di luar bentang syarat spesifikasi, yang nilainya yaitu sebesar 2,74% dan 2,25%. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar bahan pengganti *filler* pada campuran, maka akan menurunkan nilai rongga udara dalam campuran (VIM).



Gambar 6. Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Pengganti Kadar *Filler*

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa nilai rongga terisi aspal (VFB) pada percobaan Marshall II sudah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi Umum (2018) revisi 2 (dua) yaitu nilainya lebih besar dari 68%.

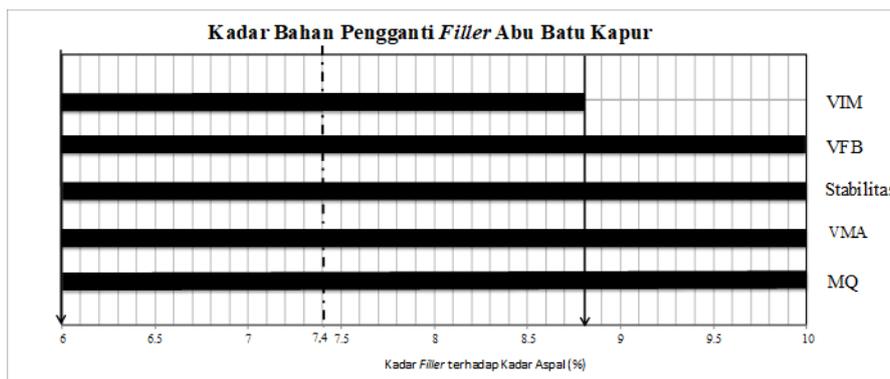
Nilai VFB terbesar yaitu pada penganti kadar *filler* persentase 10% yaitu besarnya 88,71%. Nilai rongga terisi aspal (VFB) cenderung meningkat seiring dengan besarnya persentase kadar pengganti *filler* yang diganti ke campuran. Hal tersebut disebabkan karena *filler* ikut bercampur dengan aspal dan juga mengisi rongga-rongga yang ada pada campuran tersebut.



Gambar 7. Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall terhadap Variasi Kadar Pengganti *Filler*

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) pada percobaan Marshall II sudah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi Bina Umum (2018) revisi 2 (dua) yaitu nilainya lebih besar dari 250 kg/mm. Nilai hasil bagi Marshall tertinggi dialami pada variasi kadar pengganti filler sebesar 10% yaitu nilainya 325,568 kg/mm.

Dari hasil evaluasi sifat fisik benda uji pada percobaan Marshall II, dapat dilihat rentang kadar pengganti bahan *filler* yaitu :



Gambar 8. Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall terhadap Variasi Kadar Pengganti *Filler*

Hasil evaluasi sifat karakteristik Marshall menunjukkan bahwa rentang pengganti kadar filler persentase 6% hingga 8,8% campuran memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Berdasarkan rentang tersebut diambil nilai kadar pengganti filler optimum dilihat dari nilai parameter Marshall memenuhi semua persyaratan spesifikasi yang telah ditentukan dan dilihat dari nilai stabilitas tertinggi, yaitu pada kadar pengganti filler

sebesar 7,40% sehingga dapat ditetapkan sebagai kadar bahan pengganti *filler*. Dari hasil pengujian maka didapat hasil nilai parameter Marshall kadar *filler* optimum yang bernilai 7,40% dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 9. Nilai Parameter Marshall pada Kadar Pengganti *Filler* Optimum

No.	Karakteristik Marshall	Nilai	Persyaratan	Satuan
1	Stabilitas	1385,00	600	Kg
2	VMA	21,15	≥17	%
3	VIM	3,90	3-5	%
4	VFB	82,00	≥68	%
5	Hasil Bagi Marshall	320,00	≥250	Kg/mm

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Dapat dilihat dari tabel di atas bahwa nilai parameter karakteristik Marshall dari Kadar Filler Optimum memiliki stabilitas sebesar 1385,00 kg, VMA sebesar 21,15 mm, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3,90%, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 82,00% dan hasil bagi Marshall (MQ) sebesar 320,00 kg/mm.

Dari hasil pengujian, maka dapat dilihat perbandingan parameter karakteristik Marshall antara campuran aspal tanpa menggunakan bahan pengganti *filler* dan yang menggunakan abu batu kapur sebagai bahan pengganti dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 10. Perbandingan Nilai Parameter Marshall Campuran Tanpa *Filler* abu batu kapur dan dengan Menggunakan KadarPengganti *Filler* Abu Batu Kapur Optimum

Komposisi Campuran	Kadar		Parameter Karakteristik Marshall				
			Stabilitas (kg)	VMA (%)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga Terisi Aspal (%)	Hasil Bagi Marshall (kg/mm)
	KAO (%)	Filler (%)					
I	7,35	0	1250,00	21,2	4,03	80,15	390,100
II	7,35	7,40	1385,00	21,15	3,90	82,00	320,500
Spesifikasi	-		>600	>17	3-5	>68	>250

Sumber: Hasil Perhitungan (2021)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kadar pengganti *filler* optimum dengan abu batu kapur sebesar 7,40% dari berat total agregat, nilai stabilitas naik 10,8% dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan pengganti *filler* yaitu mengalami kenaikan sebesar 135 kg, nilai VMA turun sebesar 0,5%, rongga dalam campuran turun sebesar 0,13%, rongga terisi aspal naik sebesar 1,85% dan hasil bagi Marshall turun sebesar 70,1 kg/mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Kajian Karakteristik Marshall Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* menggunakan Bahan Pengganti *Filler* Jenis Abu Batu Kapur” ini disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Agregat penyusun dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan

- gradasi (analisa saringan), berat jenis dan penyerapan, dan keausan agregat kasar semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi.
2. Komposisi yang dihasilkan dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* terdiri dari 30% agregat kasar, 34% abu batu dan 36% Pasir.
 3. Hasil penelitian terhadap Parameter Marshall yang memenuhi spesifikasi terhadap kadar aspal pada campuran komposisi I (tanpa pengganti *filler*) dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%. Komposisi II (menggunakan pengganti *filler*) dengan variasi kadar pengganti *filler* 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%, memberikan hasil sebagai berikut:
 - a. Pada komposisi I kadar aspal yang memenuhi spesifikasi yaitu 6,8%-7,9% sehingga diperoleh KAO sebesar 7,35%.
 - b. Pada komposisi II kadar aspal yang memenuhi spesifikasi yaitu 6%-8,8% sehingga diperoleh kadar pengganti optimum sebesar 7,40%.
 4. Dilihat dari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) didapat nilai parameter Marshall pada masing-masing komposisi, sebagai berikut:
 - a. Pada komposisi I dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,35% didapat nilai stabilitas 1250 kg, VMA 21,2%, rongga dalam campuran (VIM) 4,03%, rongga terisi aspal (VFB) 80,15 % dan hasil bagi Marshall 390,100 kg/mm.
 - b. Pada komposisi II dengan kadar pengganti *filler* Optimum (KAO) sebesar 7,40% didapat nilai stabilitas 1385,00 kg, VMA 21,15% rongga dalam campuran (VIM) 3,90%, rongga terisi aspal (VFB) 82% dan hasil bagi Marshall 320,500 kg/mm.
 5. Pengganti *filler* optimum dengan abu batu kapur sebesar 7,40% dari berat total agregat, nilai stabilitas naik 10,8% dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan pengganti *filler* yaitu mengalami kenaikan sebesar 135 kg, nilai VMA turun sebesar 0,5%, rongga dalam campuran turun sebesar 0,13%, rongga terisi aspal naik sebesar 1,85% dan hasil bagi Marshall turun sebesar 70,1 kg/mm.
 6. Dilihat dari sifat-sifat fisik dan parameter Marshall berupa nilai stabilitas, VMA, rongga terisi aspal (VFB) dan hasil bagi Marshall penggunaan abu batu kapur dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* untuk campuran perkerasan *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*, sedangkan untuk nilai rongga dalam campuran (VIM) dengan variasi kadar pengganti *filler* 9%-10% kurang dari persyaratan spesifikasi (min. 3-5%). Hal ini disebabkan oleh abu batu kapur membuat campuran menjadi lebih rapat gradasinya.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan karakteristik campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dengan menggunakan metode Marshall, adapun saran dari penulis yaitu:

1. Pengontrolan dalam pembuatan dan pemeriksaan benda uji lebih ditingkatkan agar memberikan hasil yang lebih baik.
2. Diharapkan penelitian ini bisa dijadikan alternatif bahan pertimbangan dalam penggunaan bahan pengganti *filler* pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* di lapangan.
3. Apabila akan dilakukan pekerjaan di lapangan menggunakan abu batu kapur sebagai pengganti *filler*, jika ingin nilai stabilitas tinggi yang diutamakan maka persentase kadar pengganti *filler* 9% sampai 10%, tetapi perkerasan akan mudah retak. Hal ini terjadi karena nilai VIM yang terlalu rendah sedangkan nilai stabilitas tinggi. Baiknya kadar pengganti *filler* abu batu kapur 6% sampai 8% saja agar didapat hasil yang baik. Karena pada kadar pengganti *filler* abu batu kapur 6% sampai 8% sudah

didapat peningkatan nilai stabilitas lebih tinggi dari pada campuran tanpa pengganti *filler*, nilai VIM juga meningkat menjadikan campuran seimbang tahanan terhadap beban berat namun tidak mudah retak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H. 2016. Penggunaan Abu Batu Kapur Desa Buhut Jaya Kabupaten Kapuas Sebagai Tambahan Filler Pada Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.
- Azizah, N. 2017. Kinerja Campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* Dengan *Filler* Abu Ampas Tebu. Tugas Akhir. Universitas Negeri Malang : Malang.
- Natalia, S. 2019. Analisis Penggunaan Pasir Limbah Tambang Emas Dari Desa Goha dan Desa Bawan Kabupaten Pulang Pisau Sebagai Agregat Pada Campuran *Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya : Palangka Raya.
- Soehartono. 2015. Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Setiawan, R.M. 2013. Komparasi Penggunaan *Filler* Kaca Pada Campuran HRS Dan SMA Terhadap Karakteristik Marshall Dan Workabilitas. Skripsi.Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018). Spesifikasi Umum 2018 (revisi 2). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas, Jakarta : Granit.
- Yahya, Y. 2018. Analisis Karakteristik Marshall Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya : Palangka Raya.
- Yacob, M. 2017. Pengaruh Kadar Filler Abu Batu Kapur dan Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton AC-BC. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh : Aceh.