

KAJIAN PEMANFAATAN LIMBAH KERIKIL TAMBANG EMAS DALAM CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)*

Paul Cavin Marthin⁽¹⁾, **Desriantomy**⁽²⁾, **Robby**⁽³⁾
Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya
Email: paulcavin54@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu permasalahan lingkungan yang ada di Kalimantan Tengah yaitu limbah kerikil hasil dari produksi tambang emas. Oleh sebab itu perlu adanya upaya untuk memanfaatkan limbah kerikil tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan material batu pecah eks. Merak 25%-50% untuk agregat kasar dalam campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course dan membuat tiga komposisi campuran. Komposisi I 100% batu pecah eks. Merak, Komposisi II, 25% kerikil limbah tambang emas, 75% batu pecah eks. Merak, dan komposisi III yaitu, 50% kerikil limbah tambang emas, 50% batu pecah eks. Merak. Metode Perencanaan campuran menggunakan metode Asphalt Institute dengan menggunakan dua cara yaitu cara Diagonal dan cara coba-coba (trial and error). Untuk kadar aspal didapat dari perhitungan yaitu 7%. Setelah dilakukan pencampuran dan pembuatan benda uji maka dilakukan uji marshall. Hasil uji marshall Proporsi I yaitu, KAO sebesar 7,2%, stabilitas 940 kg, VMA 20,4%, VIM 4% VFB 80% dan MQ 320 kg, proporsi II yaitu, KAO sebesar 7,1%, stabilitas 870 kg, VMA 19%, VIM 4,2% VFB 79% dan MQ 270 kg, Proporsi III yaitu, KAO sebesar 7,2%, stabilitas 624 kg, VMA 20,60%, VIM 4,2% VFB 78% dan MQ 260 kg.

Kata Kunci: Limbah Kerikil, HRS-WC, Karakteristik Marshall

STUDY OF UTILIZATION OF GOLD MINING GRAVEL WASTE IN MIXED HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)

ABSTRACT

One of the environmental problems in Central Kalimantan is gravel waste resulting from gold mining production. Therefore it is necessary to make efforts to utilize the gravel waste. This study aims to reduce the use of crushed stone material ex. Merak 25%-50% for coarse aggregate in the Hot Rolled Sheet-Wearing Course mix and make three mixed compositions. Composition I 100% crushed stone ex. Merak, Composition II, 25% gold mine waste gravel, 75% crushed stone ex. Merak, and composition III, namely, 50% gold mine waste gravel, 50% crushed stone ex. Peacock. The mixed planning method uses the Asphalt Institute method using two methods, namely the diagonal method and the trial and error method. For asphalt content obtained from the calculation is 7%. After mixing and

making the specimens, the Marshall test was carried out. The results of the Marshall test Proportion I is 7.2% KAO, stability is 940 kg, VMA 20.4%, Vim 4% VFB 80% and MQ is 320 kg, proportion II is KAO 7.1%, stability is 870 kg, VMA is 19%, Vim 4.2% VFB 79% and MQ 270 kg, Proportion III namely, KAO 7.2%, stability 624 kg, VMA 20.60%, Vim 4.2% VFB 78% and MQ 260 kg.

Keywords: *Gravel Waste, HRS-WC, Marshall Characteristics*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan material dalam pembangunan konstruksi jalan semakin meningkat jumlahnya seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah sebagai salah upaya dari pemerintah untuk mensejahterakan masyarakat di suatu daerah. Tentunya material adalah suatu bagian paling penting dalam menentukan baik terhadap teknik pelaksanaan yang berkaitan dengan mutu dari suatu konstruksi jalan, dan untuk menentukan nilai harga dari material yang berhubungan dengan ekonomis tidaknya penggunaan material yang ada. Material perkerasan jalan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal.

Semakin besar volume perkerasan jalan yang dibuat, kebutuhan material perkerasan dan aspal akan semakin besar volumenya, sehingga untuk memenuhi kebutuhan material untuk perkerasan dicoba memanfaatkan bahan perkerasan yang tersedia sesuai dengan ketentuan-ketentuan teknis. Reno Pratiwi (2017) telah melakukan penelitian berkenaan dengan pemanfaatan batu laterit Kalimantan dan menyimpulkan bahwa bahan lokal dapat digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*. Selain itu penggunaan limbah kerikil tambang emas di Kalimantan Tengah sebagai agregat dalam campuran *HRS-WC* merupakan salah satu upaya dalam pemanfaatan limbah untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan. Penelitian terkait campuran perkerasan jalan dengan material batu telah dilakukan sebelumnya Berdasarkan

hasil kajian laboratorium, pada penelitian campuran HRS-WC menggunakan agregat batu dari Hampangen (Suwardi, 2019) didapatkan nilai KAO sebesar 7,2%, stabilitas 880, kg, VMA 20,4%, Vim 4,2% VFB 77% dan MQ 275 kg. Penelitian campuran menggunakan batu yang dipecahkan sudah sering dilakukan, pada kesempatan penelitian menggunakan material kerikil dari limbah tambang emas dimana kerikilnya tidak dipecahkan. Sehingga perlu adanya penelitian di laboratorium untuk mengetahui apakah material yang ada memenuhi spesifikasi sesuai yang ada pada peraturan Bina Marga Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan aspal (2018).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan Raya

Perkerasan jalan raya merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Pekerjaan terdiri dari campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, dan batu kali. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

2.2 Fungsi Lapisan Perkerasan

Agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapis paling atas disebut sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Dibawahnya terdapat lapisan pondasi yang diletakan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (Suprpto 2004).

2.3 Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton)

Lataston adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *Hot Rolled Sheet* (HRS). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. 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.

2.4 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton

1. Agregat kasar merupakan batuan yang dihasilkan dari disintegrasi alami dari batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pecahan batuan. Agregat kasar juga memiliki sifat kekerasan yang cukup, bentuknya bersudut, mempunyai permukaan kasar, dan bersih.
2. Agregat Halus
Agregat halus harus memenuhi persyaratan berikut:
 - a) Agregat halus dari manapun, harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm).
 - b) Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir halus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
 - c) Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari

lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam. Agar dapat memenuhi ketentuan, maka batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih. Bahan halus dari pemasok pemecah batu (*crusher feed*) harus diayak dan ditempatkan tersendiri sebagai bahan yang tak terpakai (kulit batu) sebelum proses pemecahan kedua (*secondary crushing*). Dalam segala hal, pasir yang kotor dan 15 berdebu serta mempunyai partikel lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) lebih dari 8% atau pasir yang mempunyai nilai setara pasir (*sand equivalent*).

3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan Pengisi (*Filler*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Bahan pengisi yang ditambahkan harus terdiri dari debu atau kapur (*limestone dust*), Semen Portland, abu terbang, abu tanur semen atau bahan non plastik lainnya.
- b) Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan secara basah sesuai SNI ASTM C136: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (75 mikron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

4. Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *asphathenes*, *resins*, dan *oils*. Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Selain sebagai bahan ikat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

2.5 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC)

Agregat yang digunakan untuk Lataston Lapis Pondasi (HRS-WC) sedapat mungkin memenuhi beberapa hal berikut ini :

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan Lataston Lapis Aus (HRS-WC) harus sesuai dengan proporsi campuran kerja (*Job Mix Formula*) yang telah direncanakan.
2. Gabungan agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kebutuhan gradasi yang disyaratkan.
3. Umumnya digunakan bahan pengisi filler ke dalam campuran. Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan dalam campuran Lataston Lapis Pondasi (HRS-WC) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk (HRS-WC)

Ukuran Saringan	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 Divisi 6 Perkerasan aspal 2018

2.6 Rumus Campuran Rancangan (*Design Mix Formula*)

Kadar aspal total dalam campuran lataston adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat yang mengisi pori antara agregat ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk kedalam pori masing-masing butir. Untuk rancangan campuran di laboratorium dipergunakan kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran. Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus:

$$Pb = 0,35 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% Filler) + \text{Konstanta... (1)}$$

Dimana Pb adalah kadar aspal, CA adalah coarse agregate (agregat kasar), FA adalah *fine agregate* (agregat halus), *Filler* adalah abu batu, dan Konstanta = 2,0 – 3,0 untuk lataston.

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Palangka Raya. Data yang dikumpulkan dari hasil tes agregat, tes campuran agregat, dan tes stabilitas benda uji dengan alat Marshall. Pengambilan data pada alat uji dilaksanakan dengan cara mengamati dan mencatat besarnya gaya yang dapat menghancurkan benda uji tersebut.

Untuk mendapatkan material yang memenuhi spesifikasi, maka perlu adanya pemeriksaan terlebih dahulu pada agregat. Agregat kasar merupakan bahan pokok dalam pembuatan campuran perkerasan yang terdiri dari pasir, agregat kasar dan halus. Untuk mendapatkan campuran yang baik, maka penggunaan agregat dengan mutu yang baik akan mempengaruhi sifat-sifat campuran yang dihasilkan.

Persiapan material ini meliputi:

1. Agregat kasar : Kerikil dan Batu Pecah
2. Agregat halus : Pasir
3. Aspal : Penetrasi 60/70
4. Filler : Abu Batu Merak

4. PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Gradasi Proporsi

Hasil perhitungan komposisi gradasi agregat gabungan dengan cara coba-coba (*Trial and Error*). Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode *Trial And Error* (proporsi I)

No. Saringan		Agregat Kasar (CA)		Abu Batu (FA)		Pasir (SA)		Total Kombinasi
Inch	mm	100%	30%	100%	39%	100%	31%	-
3/4	19	100%	30	100	39	100	31	100
1/2	12,7	77,75	23,33	100	39	100	31	90,33
3/8	9,5	28,68	8,6	100	39	100	31	78,6
No.8	2,36	1,84	0,55	85,33	33,28	94,99	29,45	63,28
No.30	0,595	1,07	0,32	58,2	22,7	55,79	17,29	40,31
No.200	0,075	0,39	0,12	16,08	6,27	2,25	0,7	7,09
Pan	-	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)

Tabel 3 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode *Trial And Error* (proporsi II)

No. Saringan		Agregat Kasar (CA)		Abu Batu (FA)		Pasir (SA)		Total Kombinasi
Inch	mm	100%	30%	100%	35%	100%	35%	-
3/4	19	100%	30	100	35	100	35	100
1/2	12,7	80,50	15,37	100	35	100	35	90,15
3/8	9,5	34,40	10,32	100	39	100	35	80,32
No.8	2,36	1,46	0,44	85,33	29,87	94,99	33,25	63,55
No.30	0,595	0,88	0,26	58,2	20,37	55,79	19,53	40,16
No.200	0,075	0,30	0,09	16,08	5,63	2,25	0,79	6,51
Pan	-	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)

Tabel 4 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode *Trial And Error* (proporsi III)

No. Saringan		Agregat Kasar (CA)		Abu Batu (FA)		Pasir (SA)		Total Kombinasi
Inch	mm	100%	31%	100%	40%	100%	29%	-
3/4	19	100%	31	100	40	100	29	100
1/2	12,7	80,50	24,96	100	40	100	29	90,96
3/8	9,5	39,40	12,21	100	39	100	29	81,21
No.8	2,36	0,26	0,08	85,33	34,14	94,99	27,55	61,76
No.30	0,595	0,19	0,06	58,2	23,28	55,79	16,18	39,52
No.200	0,075	0,10	0,03	16,08	6,43	2,25	0,65	7,12
Pan	-	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)

4.2 Proporsi Agregat

Material yang digunakan dalam proporsi ini yaitu agregat kasar kerikil dan batu pecah, dibagi menjadi tiga proporsi campuran. Total jumlah agregat kasar yang digunakan yaitu 1.200 gram. Perencanaan campuran menggunakan cara coba-coba (*trial and error*). Dari hasil uji gradasi didapat proporsi I yaitu 30% agregat kasar (360 gram), batu pecah eks. Merak, 39% abu batu (486 gram), 31%

agregat halus (372 gram). Proporsi II yaitu 30% agregat kasar (360 gram) dimana agregat kasar di bagi menjadi dua bagian yaitu 90 gram atau 25% yaitu menggunakan kerikil limbah tambang emas dan 270 gram atau 75% yaitu batu pecah eks. Merak, abu batu 35% (420 gram) dan agregat halus 35% (420 gram). Proporsi III yaitu 31% agregat kasar (372 gram) dimana agregat kasar di bagi menjadi dua bagian yaitu 186 gram atau 50% yaitu menggunakan kerikil limbah tambang emas dan 186 gram atau 50% yaitu batu pecah eks. Merak, abu batu 40% (480 gram) dan agregat halus 29% (348 gram).

4.3 Perhitungan Kadar Aspal

Setelah menentukan proporsi agregat selanjutnya dilakukan perhitungan kadar aspal awal dengan persamaan:

$$Pb = 0,35 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{Konstanta... (1)}$$

Dengan Pb Kadar Aspal, Ca adalah *Coarse Agregate* (agregat kasar), Fa *Fine Agregate* (agregat halus), *Filler* adalah abu batu, dan Konstanta adalah 2,0-3,0 untuk lataston. Maka didapatkan kadar aspal awal yaitu:

Proporsi I

$$Pb = (0,035 \times 36,72) + (0,045 \times 56,19) + (0,18 \times 7,09) + 2,0$$

$$Pb = 7,08\% \approx 7\%$$

Proporsi II

$$Pb = (0,035 \times 36,45) + (0,045 \times 57,04) + (0,18 \times 6,51) + 2,0$$

$$Pb = 7,01\% \approx 7\%$$

Proporsi III

$$Pb = (0,035 \times 38,24) + (0,045 \times 54,64) + (0,18 \times 7,12) + 2,0$$

$$Pb = 7,07\% \approx 7\%$$

Perhitungan kadar aspal tengah diperoleh nilai 7%, 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 1.200 gram.

4.4 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Perhitungan Nilai Kadar Aspal Optimum menggunakan metode *Bar Chart*. Nilai Kadar Aspal Optimum ditentukan berdasarkan dari rentang kadar aspal minimum dan maksimum yang memenuhi spesifikasi terhadap nilai Stabilitas, VIM, VIM, VFB, dan Marshall Quotient.

4.5 Pembuatan Benda Uji

Setelah ditentukan proporsi campuran, selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji dengan prosedur campuran panas, benda uji dipadatkan sebanyak 2×50 tumbukan. Benda uji yang sudah selesai dipadatkan didiamkan sampai mencapai suhu ruang, lalu benda uji dilepaskan dari cetakan. Kemudian benda uji diadakan uji marshall.

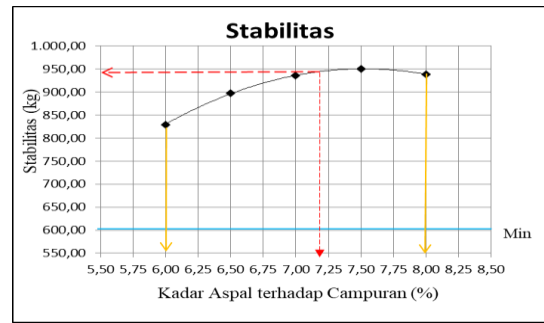
4.6 Hasil Uji Marshall

Berdasarkan hasil uji marshall dari ketiga proporsi yang didapat hasil seperti pada Tabel 5.

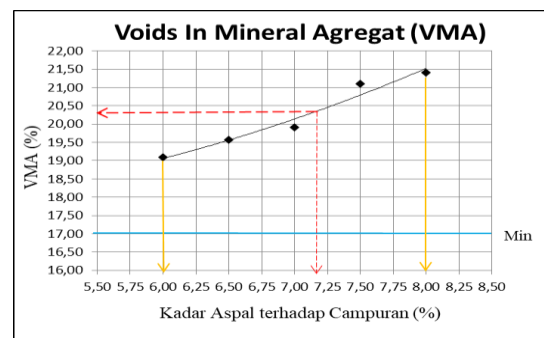
Tabel 5 Hasil Pengujian Paramter Karakteristik Marshall (proporsi I)

Spesifikasi Campuran	Kadar Aspal (%)					Spek. Campuran
	6	6,5	7	7,5	8	
Stabilitas (kg)	829,686	897,977	935,787	949,912	939,079	Min. 600
VMA (%)	19,10	19,56	19,90	21,11	21,40	17
VIM (%)	5,6	4,86	3,95	4,07	3,09	3-5
VFB (%)	70,67	75,18	80,15	81,11	85,58	68
MQ (Kg/mm)	295	312,559	315,732	316,637	320,638	250

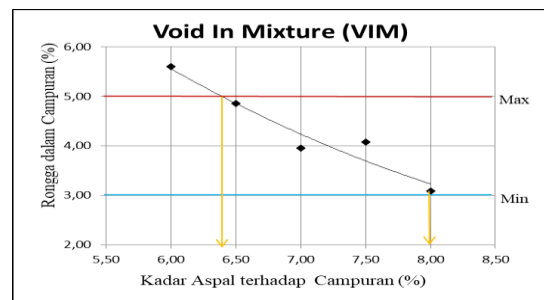
Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)



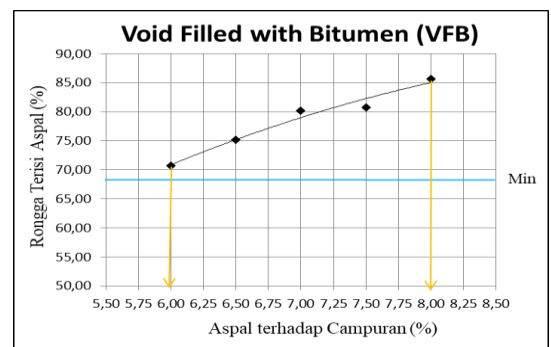
Gambar 1 Grafik hubungan stabilitas terhadap kadar aspal (Proporsi I)



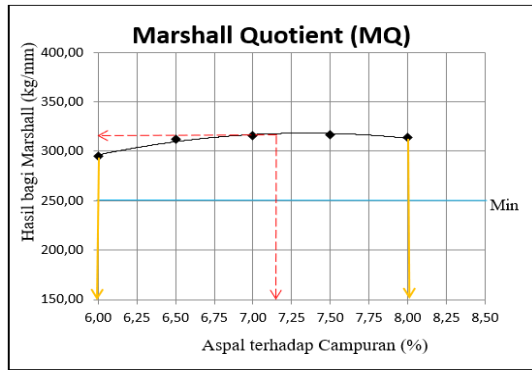
Gambar 2 Grafik hubungan VMA terhadap kadar aspal (Proporsi I)



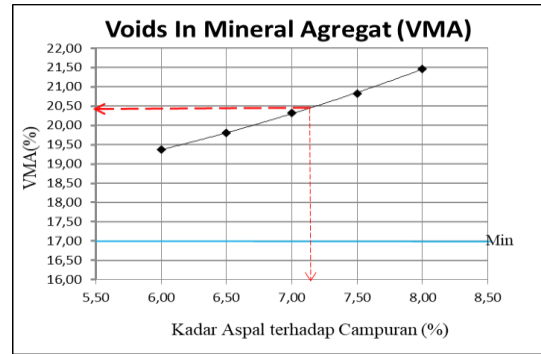
Gambar 3 Grafik hubungan VIM terhadap kadar aspal (Proporsi I)



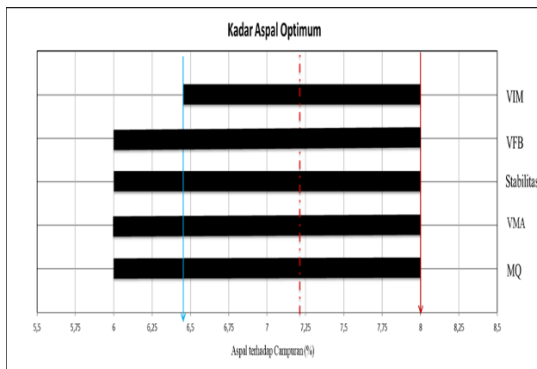
Gambar 4 Grafik hubungan VFB terhadap kadar aspal (Proporsi I)



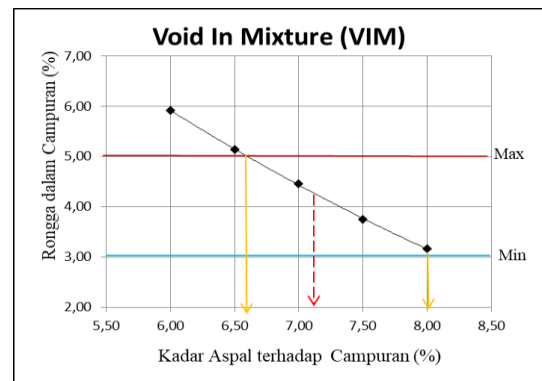
Gambar 5 Grafik hubungan MQ terhadap kadar aspal (Proporsi I)



Gambar 8 Grafik hubungan VMA terhadap kadar aspal (Proporsi II)



Gambar 6 Grafik hubungan parameter Marshall terhadap kadar aspal optimum (proporsi I)

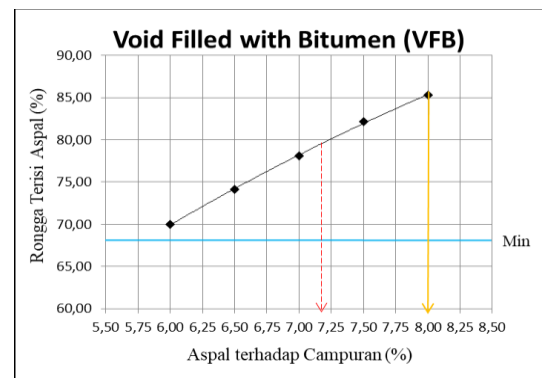


Gambar 9 Grafik hubungan VIM terhadap kadar aspal (Proporsi II)

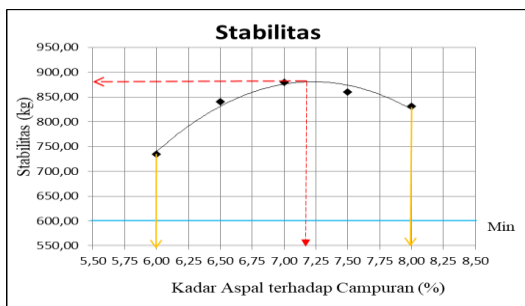
Tabel 6 Hasil Pengujian Paramter Karakteristik Marshall (proporsi II)

Spesifikasi Campuran	Kadar Aspal (%)					Spek. Campuran
	6	6,5	7	7,5	8	
Stabilitas (kg)	734,366	840,042	879,285	860,062	831,173	Min. 600
VMA (%)	19,37	19,80	20,33	20,83	21,46	17
VIM (%)	5,92	5,13	4,46	3,74	3,16	3-5
VFB (%)	69,99	74,13	78,12	82,16	85,28	68
MQ (Kg/mm)	268,399	274,106	278,691	254,553	240,727	250

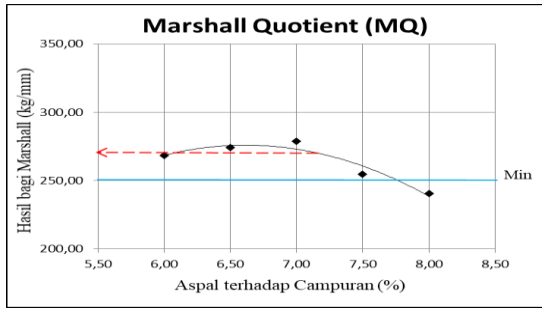
Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)



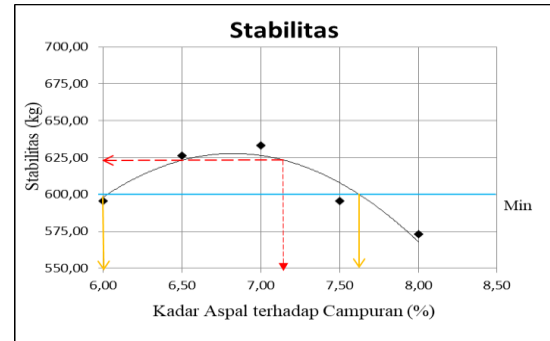
Gambar 10 Grafik hubungan VFB terhadap kadar aspal (Proporsi II)



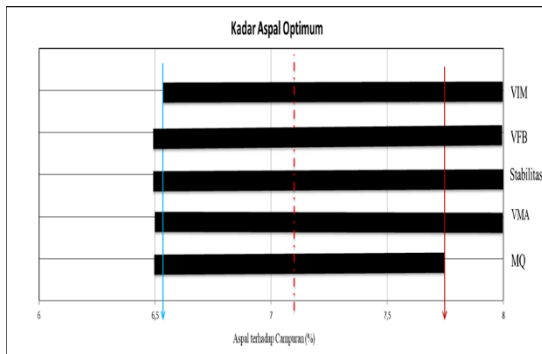
Gambar 7 Grafik hubungan stabilitas terhadap kadar aspal (Proporsi II)



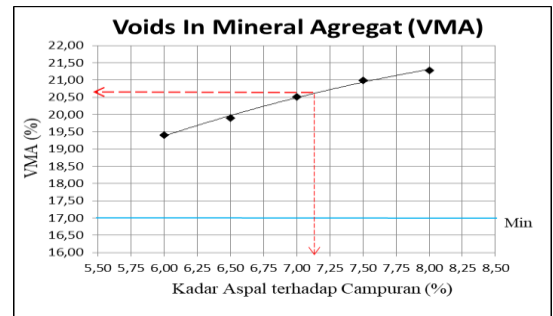
Gambar 11 Grafik hubungan MQ terhadap kadar aspal (Proporsi I)



Gambar 13 Grafik hubungan stabilitas terhadap kadar aspal (Proporsi III)



Gambar 12 Grafik hubungan parameter Marshall terhadap kadar aspal optimum (proporsi II)

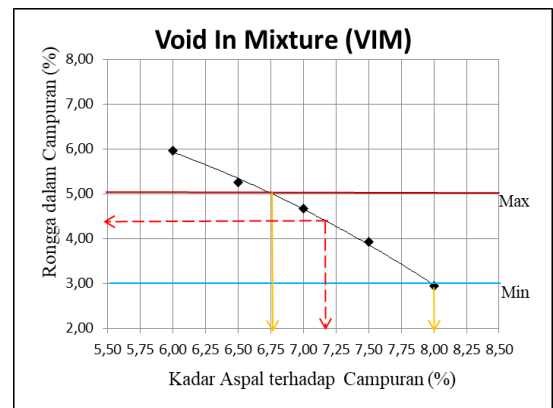


Gambar 14 Grafik hubungan VMA terhadap kadar aspal (Proporsi III)

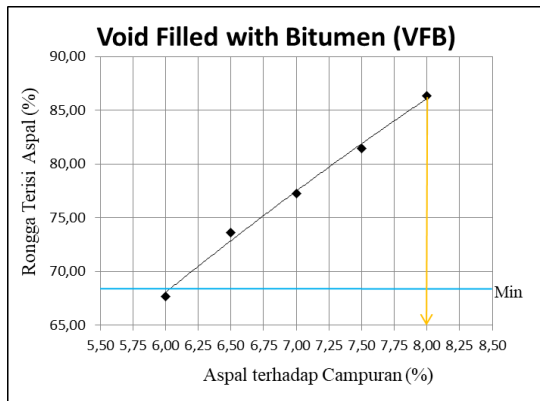
Tabel 5 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall (proporsi III)

Spesifikasi Campuran	Kadar Aspal (%)					Spek. Campuran
	6	6,5	7	7,5	8	
Stabilitas (kg)	595,501	626,301	879,285	505,607	572,985	Min. 600
VMA (%)	19,41	19,90	20,51	20,99	21,28	17
VIM (%)	5,97	5,13	4,68	3,93	2,94	3-5
VFB (%)	67,70	74,13	77,25	81,42	86,36	68
MQ (Kg/mm)	247,968	274,106	281,996	244,509	219,919	250

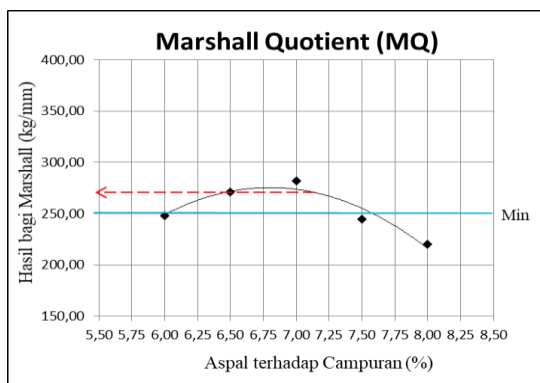
Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)



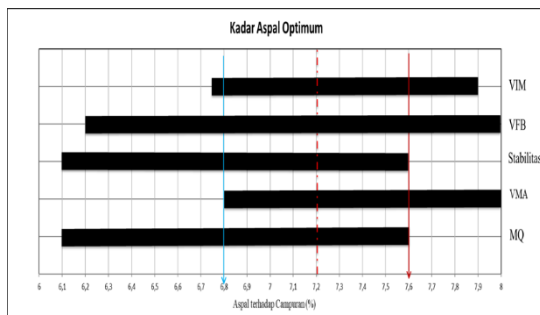
Gambar 15 Grafik hubungan VIM terhadap kadar aspal (Proporsi III)



Gambar 16 Grafik hubungan VFB terhadap kadar aspal (Proporsi III)



Gambar 17 Grafik hubungan MQ terhadap kadar aspal (Proporsi III)



Gambar 18 Grafik hubungan parameter Marshall terhadap kadar aspal optimum (proporsi III)

Tabel 7 Perbandingan Nilai Parameter Marshall dari Ketiga Proporsi

Komposisi Campuran	Parameter Karakteristik Marshall					
	KAO (%)	Stabilitas (Kg)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (Kg/mm)
I	7,2	940	20,4	4	80	320
II	7,1	870	19	4,2	79	270
III	7,2	624	20,6	4,2	78	260
Spek. Campuran	-	>600	>17	3-5	>68	>250

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2021)

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium semua proporsi masi memenuhi spesifikasi Umum Divisi 6 perkerasan aspal 2018 seperti pada Tabel 8.

Tabel 8 Ketentuan Sifat-Sifat Lataston

Sifat-Sifat Campuran	Lataston		
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar Aspal Efektif	Min	5,9	5,5
Jumlah Tumbukan perbidang			50
Rongga Dalam Campuran (%)	Min		3,0
	Max		5,0
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min.		17
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.		68
Stabilitas Marshall (Kg)	Min.		600
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min.		250
Stabilitas Marshall Sisa (Kg) setelah Peredaman Selama 24 jam, 60 C	Min.		90

Sumber: Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan aspal 2018

4.7 Hasil Pengujian Aspal

Adapun pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium adalah pengujian penetrasi, titik nyala, titik lembek, daktilitas, berat jenis aspal dan pemeriksaan kehilangan berat aspal. Semua hasil uji aspal memenuhi spesifikasi.

4.8 Karakteristik Campuran Aspal Panas dengan Agregat Kerik dan Batu pecah Merak

HRS-WC dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (analisa saringan), berat jenis dan penyerapan, dan keausan agregat semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi.

Komposisi yang digunakan setelah melalui proses metode diagonal dan kemudian disempurnakan menggunakan cara *Trial and Error*, didapatkan untuk komposisi I yaitu

batu pecah eks. Merak sebagai agregat kasar sebesar 30% = 360 gr, abu batu eks. Merak sebagai agregat halus sebesar 39% = 468 gr, dan pasir eks. Sungai Kahayan sebagai agregat halus sebesar 31% = 372 gr (total agregat 1.200 gr). Komposisi II yaitu untuk agregat kasar 30% dibagi menjadi dua yaitu 25% kerikil sungai eks. Manen Paduran 75% batu pecah eks. Merak, dimana 25% sama dengan 90 gr kerikil sungai eks. Manen Paduran dan 75% sama dengan 270 gr batu pecah eks. Merak, untuk abu batu sebesar 35% = 420 gr dan pasir eks. Sungai Kahayan sebagai agregat halus sebesar 35% = 420 gr (total agregat 1.200 gr). Sedangkan untuk komposisi III untuk agregat kasar 31% dibagi menjadi dua yaitu 50% kerikil sungai eks. Manen Paduran 50% batu pecah eks. Merak, dimana 50% sama dengan 186 gr kerikil 104 sungai eks. Manen Paduran dan 50% sama dengan 186 gr batu pecah eks. Merak, untuk abu batu sebesar 40 % = 480 gr dan pasir eks. Sungai Kahayan sebagai agregat halus sebesar 29% = 348 gr (total agregat 1.200 gr).

Kadar Asap Optimum (KAO) yang dihasilkan Pada Proporsi I = 7,2%, Proporsi II = 7,1%, dan Proporsi III = 7,2 % dari ketiga komposisi tersebut telah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam Campuran HRS-WC yang telah ditentukan.

Karakteristik Marshall yang didapat dari KAO Proporsi I sebagai berikut: Stabilitas sebesar 940 kg, Rongga dalam Agregat (VMA) sebesar 20,4%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 80%, dan hasil bagi Marshall sebesar 320 kg/mm. Proporsi II adalah sebagai berikut: Stabilitas sebesar 870,00 kg, VMA sebesar 19%, VIM sebesar 4,2%, VFB sebesar 79,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 270 kg/mm. Dan Proporsi III Stabilitas sebesar 624,00 kg, VMA sebesar 20,6%, VIM sebesar 4,2%, VFB

sebesar 78,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 260 kg/mm.

Berdasarkan karakteristik Marshall yang didapatkan maka limbah kerikil eks. Tambang emas dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran HRS-WC, hal itu terlihat dari karakteristik Marshall yang memenuhi Spesifikasi bisa mengurangi penggunaan 25% - 50% penggunaan material eks merak dengan menambahkan material lokal yaitu limbah kerikil eks. Tambang emas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

KAO yang dihasilkan Pada Proporsi I = 7,2%, Proporsi II = 7,1%, dan Proporsi III = 7,2 % dari ketiga komposisi tersebut telah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) yang telah ditentukan.

Karakteristik Marshall yang didapat dari KAO Proporsi I sebagai berikut: Stabilitas sebesar 940 kg, VMA sebesar 20,4%, VIM sebesar 4%, VFB sebesar 80%, dan hasil bagi Marshall sebesar 320 kg/mm. Proporsi II adalah sebagai berikut: Stabilitas sebesar 870,00 kg, VMA sebesar 19%, VIM sebesar 4,2%, VFB sebesar 79,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 270 kg/mm. Dan Proporsi III Stabilitas sebesar 624,00 kg, VMA sebesar 20,6%, VIM sebesar 4,2%, VFB sebesar 78,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 260 kg/mm.

Berdasarkan karakteristik Marshall yang didapatkan maka limbah kerikil eks. Tambang emas dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran HRS-WC, hal itu terlihat dari karakteristik Marshall yang memenuhi Spesifikasi bisa mengurangi penggunaan 25% - 50% penggunaan material eks merak dengan menambahkan material lokal yaitu limbah kerikil eks. Tambang emas.

5.2 Saran

Dari hasil kajian perencanaan HRS-WC) maka untuk pelaksanaan di lapangan Proporsi II dan III yaitu limbah kerikil eks. Tambang emas dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar pada campuran HRS-WC sebagai salah satu upaya pemanfaatan limbah yang ada di Kalimantan Tengah sekaligus untuk menghemat penggunaan batu pecah hasil *stone crusher* yang didatangkan dari luar daerah seperti Palu dan Merak. dan bila ingin memperoleh stabilitas yang tinggi dapat menggunakan Proporsi I yaitu Batu Pecah eks. Merak yang memang sering digunakan sebagai agregat kasar pada HRS-WC, namun harus memerlukan biaya yang relatif besar. Berdasarkan hasil tersebut maka dianjurkan untuk pelaksanaan di lapangan dapat menggunakan komposisi II bila ingin menghemat biaya dalam penggunaan aspal karena memiliki KAO terendah yaitu 7,1% dibandingkan dengan komposisi I dan III dan bisa juga mengurangi agregat kasar yang dari luar sebanyak 25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Desriantomy. (2007), *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan jalan raya*, Fakultas Teknik universitas Palangka Raya.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2018), *Spesifikasi Umum Divisi 6*.
- Pasaribu. (2017). “*Kajian Penggunaan Pasir dari Berbagai Lokasi di Kotawaringin Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*”. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Palangka Raya.
- Reno Pratiwi, Rahmat. (2017). Perencanaan Campuran Aspal Beton *Hot Rolled Sheet – Wearing Course (Hrs – Wc)* Dengan *Filler* Batu Laterit Kalimantan. *Jurnal Transukma* Vol. 2 No. 2 Tahun 2017. Link <https://transukma.uniba->

[bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/53](https://transukma.uniba-bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/53)

- Suwardi. (2019). *Kajian Perencanaan Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Menggunakan Agregat Batu dari Hampangan dan Pasir dari Kecamatan Pandi Batu*”. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Palangka Raya.
- Suprpto, T. M. (2004). *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*. Biro Penerbit KMTS FTU GM.
- Sukirman, S. (2003). *Beton aspal campuran Panas, granit*, Jakarta.