

ANALISIS PENGGUNAAN BATU PECAH DARI DESA UPON BATU KECAMATAN TEWAH KABUPATEN GUNUNG MAS SEBAGAI AGREGAT PADA CAMPURAN HRS-WC

Maria Serevina¹⁾, Robby²⁾, Salonten³⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka, Kec. Jekan Raya, Kota Palangka Raya, 74874, Kalimantan Tengah

E-mail: maria.spakpahan@gmail.com¹⁾, robbly@eng.upr.ac.id²⁾, salonten@jts.upr.ac.id³⁾

ABSTRAK

Perkerasan Lentur merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran antara agregat, mineral pengisi (filler), dan aspal padat dengan perbandingan tertentu yang dicampurkan dan dipadatkan dalam keadaan panas. Dengan demikian penelitian ini mencoba menggunakan HRS-WC sebagai campuran aspal panas. Hot Rolled sheet-wearing course (HRS-WC) merupakan campuran beraspal panas dengan penggunaan agregat bergradasi senjang. Tujuan penelitian ini adalah kualitas batu pecah yang memenuhi persyaratan spesifikasi untuk digunakan sebagai agregat dalam campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC). Karakteristik yang terpenting dari campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas, dan juga dituntut memiliki stabilitas yang cukup dalam menerima beban lalu lintas yang secara langsung bekerja pada lapisan ini. Menentukan kadar aspal optimum dan nilai karakteristik marshall dari campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) menggunakan agregat Batu Pecah dari Desa Upon Batu Kecamatan Tawah Kabupaten Gunung Mas. Perencanaan campuran untuk menggunakan metode Asphalt Institute dan perhitungan penggabungan agregat menggunakan cara Trial and Error yaitu Agregat Kasar sebesar 34%, Abu Batu sebesar 22% dan Pasir sebesar 44% Berdasarkan penelitian hasil Pengujian Marshall menghasilkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,55% dengan Stabilitas sebesar 1500 kg, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,60 %, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 80%, rongga antar agregat (VMA) sebesar 22.20%, Hasil bagi Marshall (Marshall Quotient) sebesar 450 kg/mm.

Kata kunci: HRS-WC, Batu Pecah, Pengujian Marshall, Asphalt Institute

1. Pendahuluan

Perkerasan jalan merupakan campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti [1]. Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) salah satu jenis campuran perkerasan lentur yang bergradasi senjang dengan kadar aspal yang relatif tinggi menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik.

Penggunaan material dalam pembangunan konstruksi jalan semakin meningkat jumlahnya seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah sebagai salah satu upaya dari pemerintah untuk mensejahterakan masyarakat di suatu daerah. Untuk mendapatkan konstruksi jalan sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan maka pemilihan material adalah hal paling utama yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil konstruksi jalan yang baik. Oleh sebab itu, perlu ada

penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan material lokal sebagai alternatif untuk bahan campuran lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan jalan.

Penggunaan material batu pecah dari Desa Upon Batu, Kabupaten Gunung Mas yang ada di Provinsi Kalimantan Tengah sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) merupakan salah satu upaya dalam pemanfaatan material lokal yang ada di Provinsi Kalimantan Tengah. Dimana pada daerah Desa Upon Batu tersebut memiliki potensi untuk menghasilkan batu pecah yang banyak dan dapat digunakan sebagai agregat pada campuran aspal panas *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) ditinjau dari karakteristik *Marshall*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah sifat fisik material yang digunakan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 dan menganalisis nilai karakteristik *Marshall* yang dihasilkan dari masing-masing variasi penambahan kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course*

(HRS-WC). Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk mengetahui kualitas apakah penggunaan batu pecah dari Desa Upon Batu, Kecamatan Tewah, Kabupaten Gunung Mas sebagai agregat kasar memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2, sehingga diharapkan dapat direkomendasikan sebagai material lokal atau alternatif dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) [2].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti [1].

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga, diantaranya konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) [3]. Bahan penyusun campuran perkerasan jalan lapisan aspal beton diantaranya:

a. Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran agregat aspal yang berupa berbagai jenis butiran-butiran atau pecahan yang termasuk didalamnya antara lain pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran aspal buatan [1]. Agregat adalah komponen utama dalam struktur perkerasan jalan. Pada lapis perkerasan jalan kualitasnya juga dipengaruhi oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Agregat memiliki fungsi yang sangat penting pada struktur perkerasan jalan, dimana agregat mempunyai proporsi terbesar dalam campuran, umumnya berkisar antara 90-95% agregat berdasarkan berat total campuran atau 75-85% berdasarkan presentase volume.

b. Filler

Bahan pengisi filler yang merupakan material berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (0.075 mm), dapat terdiri dari debu batu, kapur padam, semen portland, atau bahan non-plastis lainnya [4]. *Filler* berguna untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran, mengurangi jumlah rongga udara pada campuran dan menambah titik kontak

jumlah butiran. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) Revisi 2 persentase *filler* untuk gradasi gabungan campuran HRS-WC adalah minimal 6% dan maksimal 10% dari berat total agregat [2].

c. Aspal

Aspal adalah material berwarna hitam atau coklat tua yang pada temperatur ruang berbentuk padat, jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/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 [1].

2.2 Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)

Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) adalah campuran aspal beton menggunakan gradasi senjang dengan kandungan agregat kasar, agregat halus, dan memiliki kandungan aspal yang tinggi sehingga dibutuhkan mutu campuran beraspal yang baik untuk menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang baik. HRS-WC berfungsi sebagai lapisan kedap air, tahan terhadap terbentuknya alur, mempunyai kehalusan permukaan, mampu menyalurkan beban, dan mempunyai tahanan gelincir.

2.3 Karakteristik *Hot Rolled Sheet* (HRS)

Karakteristik yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah :

- Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti, gelombang, alur ataupun *bleeding*.
- Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.
- Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

- d) Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasaan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering.
- e) Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*ruting*) dan retak.
- f) Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

2.4 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC)

Persyaratan campuran yang dipakai yaitu persyaratan untuk campuran panas Lataston jenis HRS-WC. Ketentuan campuran beraspal panas berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) Revisi 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 1. Spesifikasi Gradasi Agregat untuk HRS-WC

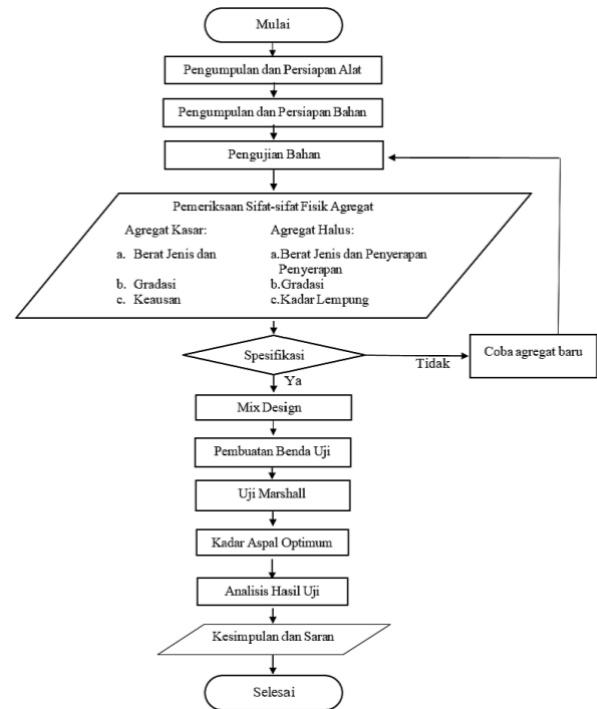
Sifat-sifat Campuran	Lataston		
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks		1,7
Jumlah tumbukan perbidang			50
Rongga dalam campuran (%)	Min		3,0
	Maks		5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	17	17
Rongga terisi aspal (%)	Min		68
Stabilitas Marshall (kg)	Min		600
Marshall Quotient (kg/mm)	Min		250
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min		90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min		3

(Sumber. Anonim, 2018 Revisi 2)

2.5 Parameter Marshall

Parameter penting yang ditentukan pengujian ini adalah nilai *stability* dan *flow* yang dibaca langsung pada alat *Marshall* [1]. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan benda uji pada alat marshall dan beban diberikan pada benda uji dengan kecepatan 2 inci/menit atau 51 mm/menit. Beban pada saat terjadi keruntuhan dibaca pada arloji pengukur dari *prooving ring*. Deformasi yang terjadi pada saat merupakan nilai *flow* yang dapat dibaca *flow meter*-nya. Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukur dikalikan dengan nilai kalibrasi *prooving ring*, dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji. Parameter lain yang penting adalah berat isi (density), rongga dalam butiran (VMA), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi aspal (VFA) dan *marshall quotient* [1].

3. Metode Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Sampel berupa batu pecah diambil dari Desa Upon Batu, Kabupaten Gunung Mas. Sampel diambil secara acak dengan jumlah secukupnya pada lokasi pengambilan sampel tersebut. Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 15 buah. Dari masing-masing 15 briket/benda uji yang terdiri atas 3 proporsi kombinasi agregat. 5 variasi kadar aspal yaitu 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, dan 8%. Dan tiap variasi kadar aspal dibuat 3 buah briket/benda uji yang kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk kemudian didapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) [5].

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi agregat kasar berupa batu belah dari Desa Upon Batu, Gunung Mas; agregat halus berupa pasir dari Tangkiling; dan aspal keras dengan penetrasi 60/70.

Semua bahan dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregatnya untuk mengetahui apakah telah memenuhi spesifikasi. Perencanaan campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*. Perencanaan campuran dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan [6]. Oleh karena itu yang menjadi dasar dari perencanaan ini adalah gradasi dari agregat campuran.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat meliputi pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Pemeriksaan agregat terdiri dari:

Pemeriksaan Gradasi Agregat

Pemeriksaan gradasi agregat meliputi pemeriksaan agregat kasar, abu batu, dan agregat halus yang dilakukan menggunakan analisa saringan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil Analisa Saringan Masing-Masing Agregat

No. Saringan		Persentase Lolos Saringan (%)		
		Eks. Tewah		Eks. Tangkiling
Inch	mm	Agregat Kasar (CA)	Abu Batu (FA)	Pasir (SA)
#3/4	19	100	100	100
#1/2	12,7	77.87	100	100
#3/8	9,5	31.73	100	100
No.8	2,36	4.63	85.27	94.14
No.30	0,60	1.97	57.05	56.67
No.200	0,075	0.73	13.73	11.05

Sumber: Hasil Analisis, 2023

4.2 Perencanaan Campuran

Setelah pengujian terhadap material, dilanjutkan dengan perhitungan perencanaan campuran antar agregat dimana metode memproporsikan agregat menggunakan cara diagonal dan coba-coba (*Trial and Error*) [7]. Hasil perhitungan dan grafik pada komposisi campuran ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Diagonal

No. Saringan		Agregat Kasar		Abu Batu		Pasir		Total Kombinasi	Spesifikasi
inch	mm	100%	34%	100%	16%	100%	50%		
#3/4	19	100,00	34,00	100,00	16,00	100,00	50,00	100,00	100
#1/2	12,7	77,87	26,47	100,00	16,00	100,00	50,00	92,47	90-100
#3/8	9,5	31,73	10,79	100,00	16,00	100,00	50,00	76,79	75-85
No.8	2,36	4,63	1,57	85,27	13,64	94,14	47,07	62,29	50-72
No.30	0,60	1,97	0,67	57,05	9,13	56,67	28,34	38,13	35-60

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yang lain yaitu pemeriksaan beat jenis dan penyerapan Agregat Kasar dan Agregat Halus, pemeriksaan Keausan (Abrasi) Agregat kasar dan Kadar Lempung dapat dilihat pada Tabel 3.

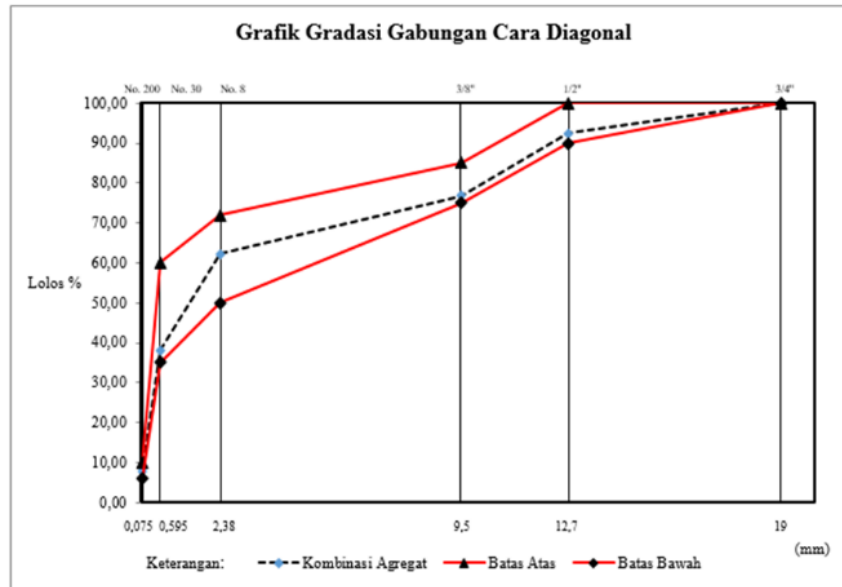
Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Masing-Masing Agregat

Pemeriksaan	Eks. Tewah		Pasir Tangkiling
	Agregat Kasar	Batu Pecah Halus	
Berat Jenis	2,652	2,530	2,564
Berat Jenis Kering Permukaan / SSD	2,676	2,578	2,627
Berat Jenis Semu	2,717	2,657	2,736
Penyerapan (%)	0,909	1,903	2.460
Keausan / Abrasi (%)	23,45	-	-
Sand Equivalent (%)	-	-	65,89

Sumber: Hasil Analisis, 2023

No. Saringan		Agregat Kasar		Abu Batu		Pasir		Total Kombinasi	Spesifikasi
inch	mm	100%	34%	100%	16%	100%	50%		
No.200	0,075	0,73	0,25	13,73	2,20	11,05	5,52	7,97	6-10
Pan	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Sumber: Hasil Analisis, 2023



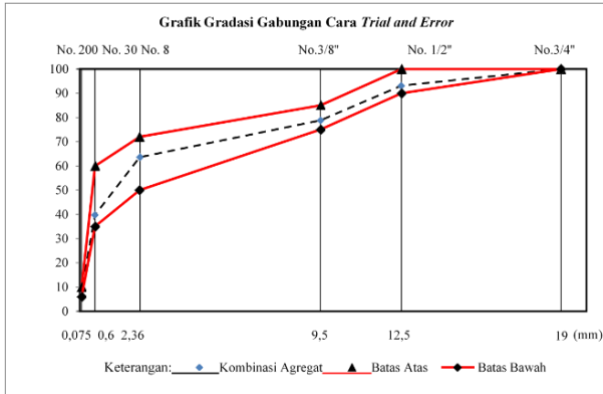
Gambar 2. Grafik Gradasi Gabungan Cara Diagonal

Hasil perhitungan komposisi gradasi agregat gabungan dengan cara diagonal yang sudah diperoleh dikontrol menggunakan cara coba-coba (*Trial and Error*) yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Trial and Error

No. Saringan		Agregat Kasar (CA)		Abu Batu (FA)		Pasir (SA)		Total Kombinasi	Spesifikasi
Inch	Mm	100%	34%	100%	22%	100%	44%		
#3/4	19,0	100.00	34.00	100.00	22.00	100.00	44.00	100.00	100
#1/2	12,7	77.87	26.47	100.00	22.00	100.00	44.00	92.47	90-100
#3/8	9,5	31.73	10.79	100.00	22.00	100.00	44.00	76.79	75-85
No.8	2,36	4.63	1.57	85.27	18.76	94.14	41.42	61.75	50-72
No.30	0,600	1.97	0.67	57.05	12.55	56.67	24.94	38.16	35-60
No.200	0,075	0.73	0.25	13.73	3.02	11.05	4.86	8.13	6-10

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 3. Grafik Gradasi Gabungan Cara Trial and Error

Dari 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. Perkiraan kadar aspal awal diperoleh dari rumus berikut, yaitu:

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 \%FA + 0,18 (\% Filler) + \text{Konstanta} \quad (1)$$

dengan:

- Pb = Kadar aspal;
- CA = Agregat kasar;
- FA = Agregat halus;
- Filler = Agregat halus lolos saringan No. 200; dan
- Konstanta = 2,0–3,0 (untuk studi ini digunakan nilai konstanta sebesar 2,0).

Hasil perhitungan cara *Trial and Error* dapat dilihat pada Tabel 5 diperoleh agregat yang lolos saringan No.8 sebesar 61,75 %. Untuk nilai CA

adalah agregat kasar yang tertahan saringan No.8. Maka, nilai CA:

$$CA = 100 \% - 61,75\% = 38,25 \%$$

Sedangkan untuk nilai FA adalah agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200.

$$\begin{aligned} \text{Maka, nilai FA} &= 100\% - (\%CA + \%Filler) \\ &= 100\% - (38,25\% + 8,13\%) \\ &= 53,62 \% \end{aligned}$$

Nilai *Filler* adalah agregat halus lolos saringan No.200. Dari hasil kombinasi diperoleh agregat yang lolos saringan No.200 sebesar 8,13%. Maka nilai *Filler* = 8,13 %

Dengan nilai:

$$CA = 38,25 \%$$

$$FA = 53,62\%$$

$$Filler = 8,13 \%$$

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

$$P_b = (0,035 \times 38,25) + (0,045 \times 53,62) + (0,18 \times 8,13) + 2,0$$

$$P_b = 7,22 \approx 7 \%$$

Perhitungan kadar aspal tengah yang diperoleh mendekati 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 total agregat yang digunakan yaitu 1200 gram.

Perhitungan rencana berat material dan aspal dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. 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%	
%	gram	%	gram	%	gram	Berat Kadar Aspal Terhadap Total Campuran						
						gram						
34	408	22	264	44	528	1200	76,60	83,42	90,32	97,30	104,35	I

Sumber: Hasil Analisis, 2023

4.3 Pengujian *Marshall*

4.2.1. Persiapan Pengujian *Marshall*

Setelah perhitungan komposisi campuran (*mix design*) maka selanjutnya adalah pembuatan briket atau benda uji mengikuti prosedur pada SNI 06-2489-1991. Jumlah tumbukan yang digunakan adalah 2 x 75 kali tumbukan dengan asumsi jalan digunakan untuk lalu lintas sedang [8].

Benda uji yang telah dipadatkan, kemudian didiamkan pada suhu kamar selama 24 jam, kemudian ditimbang dalam suhu ruang dan beratnya ditetapkan. Selanjutnya, benda uji tersebut direndam dalam air selama 24 jam, kemudian ditimbang dalam air dan berat ditetapkan.

Setelah benda uji diangkat dan dikeringkan sampai mencapai kering permukaan jenuh (SSD), lalu ditimbang dan ditetapkan beratnya.

Sebelum pengujian dengan alat *Marshall* dilakukan, benda uji direndam terlebih dahulu dalam bak air panas (*water bath*), dengan temperatur 60°C selama 30 – 40 menit. Pada tes *Marshall* diperoleh besaran-besaran seperti stabilitas dalam satuan kg dan *flow* dalam satuan mm.

4.4 Analisis Hasil Pengujian *Marshall* dengan Variasi Kadar Aspal

Hasil dari pengujian *Marshall* di Laboratorium dapat dilihat pada tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Pengujian Parameter Karakteristik *Marshall*

Kadar Aspal (%)	Parameter <i>Marshall</i>							Keterangan
	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat Isi (gram/cm ³)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kN/mm)	
6	1349,594	3,17	2,398	20,16	6,10	69,98	427,298	VIM Tidak Memenuhi
6,5	1365,017	3,13	2,389	20,95	5,69	73,84	435,819	VIM Tidak Memenuhi
7	1452,420	3,23	2,381	21,71	5,25	76,01	450,445	VIM Tidak Memenuhi
7,5	1503,833	3,30	2,380	23,22	4,49	80,29	456,059	Memenuhi
8	1535,842	3,37	2,369	23,09	4,17	82,68	457,141	Memenuhi
Spesifikasi	>600	>3	-	>17	3 - 5	>68	>250	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa pada kadar aspal 7.5% dan 8%, campuran aspal tersebut memenuhi spesifikasi terhadap semua parameter *Marshall*, sedangkan pada kadar aspal 6 %, 6.5% dan 7% beberapa parameter *Marshall* pada campuran aspal tersebut tidak memenuhi spesifikasi.

4.2.2. Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian *Marshall*

Tabel 7. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan terhadap Total Agregat

No	Pemeriksaan	Satuan	Hasil Perhitungan
1.	Berat Jenis Bulk (GSB)	(gram/cm ³)	2,586
2.	Berat Jenis Semu (GSA)	(gram/cm ³)	2,712
3.	Berat Jenis Efektif (GSE)	(gram/cm ³)	2,649
4.	Penyerapan (Pba)	(gram/cm ³)	1,007

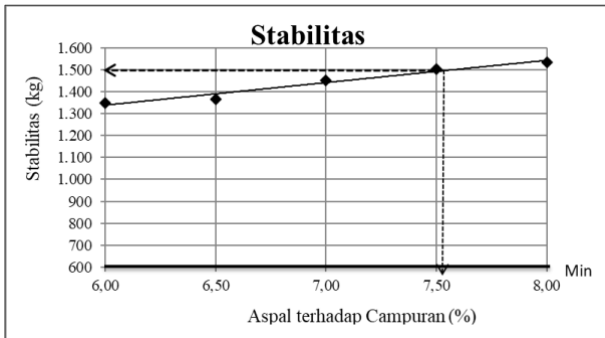
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Setelah diperoleh nilai-nilai seperti pada Tabel 7. di atas, maka selanjutnya dilakukan perhitungan tabel hasil tes *Marshall*.

4.5 Grafik Hubungan Parameter Marshall dengan Variasi Aspal

Karakteristik utama campuran aspal panas yang diperoleh dari pengujian Marshall adalah stabilitas, kelelahan (*flow*), rongga antar agregat (VMA), hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*), rongga dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB).

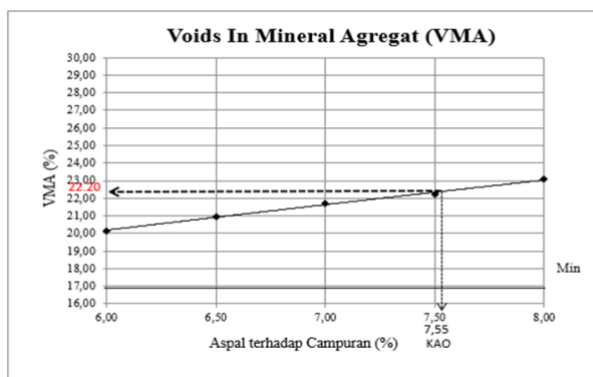
Stabilitas



Gambar 4. Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal

Pada gambar di atas nilai stabilitas campuran Lataston HRS-WC tertinggi dicapai pada kadar aspal 8% yaitu 1535.842 kg dan nilai stabilitas terendah pada kadar aspal 6% yaitu 1349.594 kg. Berdasarkan grafik diatas pada kadar aspal 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8% secara keseluruhan nilai stabilitas memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga (2018) Revisi 2 untuk campuran HRS- WC yaitu minimal 600 kg.

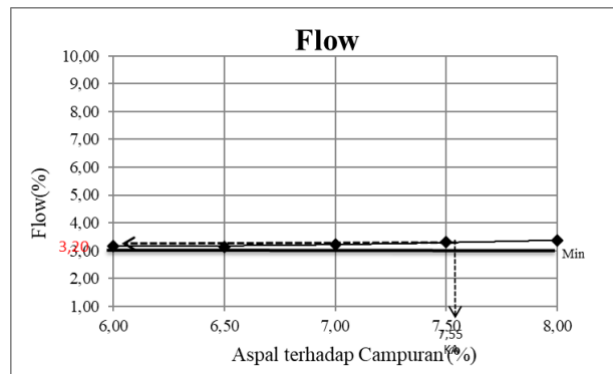
VMA



Gambar 5. Grafik Hubungan VMA terhadap Variasi Kadar Aspal

Dari gambar 5. menunjukkan bahwa nilai tertinggi rongga antar agregat (VMA) terjadi pada kadar aspal 8 % yaitu sebesar 23.09 % dan nilai terendah rongga antar agregat (VMA) terjadi pada kadar aspal 6 % yaitu sebesar 20.16 %. Nilai rongga antar agregat (VMA) pada kadar aspal %, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8% memenuhi yang di syaratkan rongga antar agregat (VMA) yang di syaratkan pada Spesifikasi Bina Marga (2018) Revisi 2 untuk campuran HRS- WC.

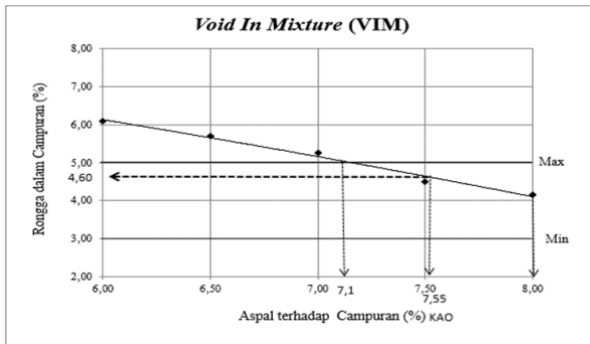
Flow



Gambar 6. Grafik Hubungan Flow terhadap Variasi Kadar Aspal

Dari gambar 6. menunjukkan bahwa nilai tertinggi rongga antar agregat (VMA) terjadi pada kadar aspal 8% yaitu sebesar 23.09 % dan nilai terendah rongga antar agregat (VMA) terjadi pada kadar aspal 6 % yaitu sebesar 20.16 %. Nilai rongga antar agregat (VMA) pada kadar aspal 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8% memenuhi yang di syaratkan rongga antar agregat (VMA) yang di syaratkan pada Spesifikasi Bina Marga (2018) Revisi 2 untuk campuran HRS-WC.

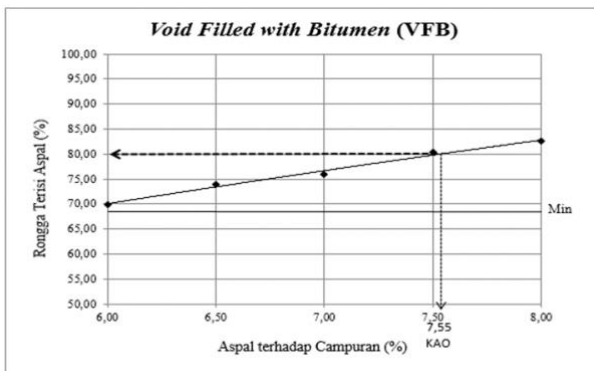
VIM



Gambar 7. Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Aspal

Gambar di atas menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar aspal maka akan menurunkan kadar rongga udara dalam campuran. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya jumlah aspal yang dapat mengisi rongga udara di dalam campuran aspal. Nilai VIM yang memenuhi persyaratan yaitu berada pada kadar aspal 7.5% dan 8%.

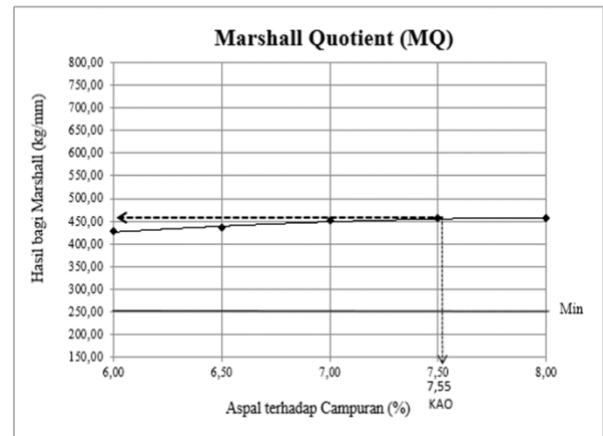
VFB



Gambar 8. Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Kadar Aspal

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai rongga terisi aspal cenderung meningkat seiring dengan semakin bertambahnya jumlah aspal. Hal tersebut di sebabkan peningkatan jumlah aspal yang mengisi rongga-rongga udara diantara butiran agregat.

Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient)

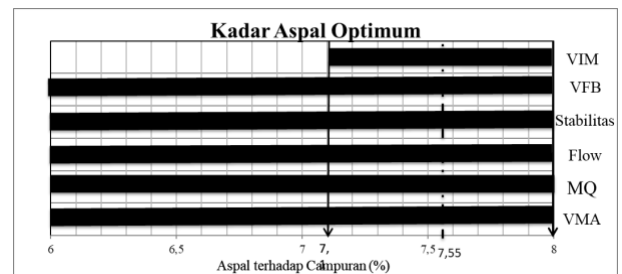


Gambar 9. Grafik Hubungan Nilai Marshall Quotient terhadap Variasi Kadar Aspal

Gambar 9. menunjukkan nilai hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) tertinggi terjadi pada nilai kadar aspal 8% yaitu sebesar 457.141 kg/mm, sedangkan hasil bagi marshall terendah terjadi pada nilai kadar aspal 6% yaitu sebesar 427.298 kg/mm.

Nilai hasil bagi Marshall pada kadar aspal 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8% memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.

4.6 Penentuan Kadar Aspal Optimum



Gambar 10. Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall terhadap KAO

Berdasarkan hasil evaluasi sifat karakteristik *Marshall* menunjukkan bahwa rentang variasi kadar aspal 7.5 % hingga 8 % memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Berdasarkan rentang tersebut diambil nilai tengah rentang yaitu 7.55% sebagai nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Dari hasil pengujian maka didapat hasil nilai parameter *Marshall* KAO 7.55% dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum

No.	Karakteristik Marshall	Nilai	Persyaratan	Satuan
1	Stabilitas	1500	> 600	Kg
2	Flow	3,20	> 3	Mm
3	VIM	4,60	3-5	%
4	VFB	80,00	> 68	%
5	Hasil Bagi Marshall	450,00	≥ 250	kg/m ³
6	VMA	22,20	>17	%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa nilai parameter karakteristik Marshall dari Kadar Aspal Optimum (KAO) memiliki stabilitas sebesar 1500, nilai *flow* sebesar 3.20 mm, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 4.60 %, rongga terisi aspal (VFB) 80.00 %, rongga antar agregat (VMA) sebesar 22.20% serta hasil bagi *Marshall Quotient* (MQ) 450.00 kg/m³.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis penelitian yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi agregat kasar berupa batu belah dari Desa Upon Batu, Gunung Mas; agregat halus berupa pasir dari Tangkiling; dan aspal keras dengan penetrasi 60/70. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat penyusun campuran *Hot Rolled Wearing Course* (HRS-WC) yaitu pemeriksaan gradasi, berat jenis, penyerapan, keausan agregat kasar semua memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2.
2. Hasil penelitian terhadap Parameter karakteristik *Marshall* menggunakan komposisi campuran yang sama dan Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 7.55 % dengan variasi penambahan 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8% dihasilkan nilai karakteristik parameter *Marshall* sebagai berikut :
 - a. Nilai stabilitas untuk semua variasi kadar aspal memenuhi nilai spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada 8% penambahan abu terbang batubara yaitu sebesar 1535.842 kg.

- b. Nilai kelelahan (*Flow*) untuk semua variasi kadar aspal semua memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai kelelahan (*Flow*) tertinggi terdapat pada penambahan abu terbang batubara 8% yaitu sebesar 3.34 mm.
- c. Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) untuk variasi kadar aspal yaitu 7.5% dan 8% semua memenuhi spesifikasi yang di ijinan yaitu 3-5%, sedangkan nilai rongga udara dalam campuran (VIM) pada variasi kadar aspal 6%, 6.5%, 7% belum memenuhi spesifikasi yang di ijinan yaitu 3-5%.
- d. Nilai rongga udara terisi aspal (VFB) untuk semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai rongga terisi aspal (VFB) tertinggi terdapat pada variasi 8% yaitu sebesar 82.68%. Nilai rongga terisi aspal mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya variasi kadar aspal.
- e. Nilai hasil bagi *Marshall (Marshall Quotient)* untuk semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai hasil bagi *Marshall (Marshall Quotient)* tertinggi terdapat pada variasi kadar aspal 8% yaitu sebesar 457.141 kN/mm dan nilai terendah yaitu pada penambahan abu terbang batubara 6% dengan nilai hasil bagi *Marshall (Marshall Quotient)* sebesar 427.298 kN/mm.

6. Saran

Sesuai hasil penelitian dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

- a. Penelitian ini bisa dikembangkan kembali dengan menggunakan agregat dari lokasi yang berbeda khususnya di Kalimantan Tengah untuk meningkatkan potensi sumber daya alam yang ada.
- b. Dalam penelitian selanjutnya dapat memvariasikan proporsi campuran minimal 3 variasi proporsi untuk mendapatkan perbandingan variasi nilai yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, Jakarta: Granit, 2003.
- [2] Direktorat Jendral Bina Marga, *Spesifikasi Umum (Revisi 2) Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*, Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum, 2018.
- [3] S. Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Nova, 1999.
- [4] H. C. Hardiyatmo, *Pemeliharaan Jalan Raya: Perkerasan-Drainase-Longsoran Ed. Kedua*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007.
- [5] Pasaribu, *Kajian Penggunaan Pasir Dari Berbagai Lokasi di Kotawaringin Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*, Palangka Raya: Universitas Palangka Raya, 2017.
- [6] H. Saodang, *Konstruksi Jalan Raya*, Bandung: Nova, 2005.
- [7] Direktorat Jendral Bina Marga, *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Kepadatan Mutlak*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 1983.
- [8] Desriantomy, *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*, Universitas Palangka Raya, 2007.